# COMUNE DI SIRACUSA

TITOLO PROGETTO:

RIELABORAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO DELL'APPRODO TURISTICO "MARINA DI SIRACUSA" SVILUPPATO SULLA BASE DEI CONTENUTI DEL PROGETTO PRESENTATO E DISCUSSO IN CONFERENZA DEI SERVIZI IN DATA 15.02.2021

Firmato digitalmente da:
PAOLO CALAFIORE

COMMITTENTE:
S.P.E.R.O. s.r.l.
Via Elorina 29 - 96100 Siracusa - Italy

PROGETTISTA GENERALE
TEAMNETWORK s.r.l. - Engineering & Management
Via Luigi Spagna 50/L-M, 96100 Siracusa - Italy

TEAMNETWORK TEAM ENGINEERING AND MANAGEMENT

TITOLO ELABORATO:

CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI MARINI DA SOTTOPORRE AD ATTIVITA' DI ESCAVO

| Scala | Formato |
|---|---|
| FILE | |

PROGETTISTA
Progettista architettonico:
Arch. Mario Rizza
Progettista strutture ed impianti:
Ing. Paolo Calafiore
Geologia e Ambiente:
Dott. G. Bellomo
Dott. G. Anselmo

NUMERO DOCUMENTO

| IMM12-08 | MdS | PD | REL | CSM | 100 | R0 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JOB N. | COD. 1 | COD. 2 | COD. 3 | COD. 4 | COD. 5 | REV. n. | |

| N. REV | DATA | DESCRIZIONE | DRW. | CHK. | APP. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

REGIONE SICILIA
COMUNE SIRACUSA (SR)

# APPRODO E FACILITIES COLLEGATE PER LA QUALIFICAZIONE FUNZIONALE DELL'AFFACCIO A MARE DELL'AREA INDUSTRIALE EX "S.P.E.R.O." - SIRACUSA

# RELAZIONE SULLA CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI MARINI DA SOTTOPORRE ADATTIVITA' DI ESCAVO

Committente: S.P.E.R.O. s.r.l.

## 1. PREMESSE

Su incarico di "S.P.E.R.O. s.r.l., è stato redatto il presente studio di caratterizzazione dei sedimenti marini da sottoporre ad attività di escavo nell'ambito del progetto indicato in epigrafe, ai sensi dell'allegato A del Decreto del 7 Novembre 2008 – "Disciplina delle operazioni di dragaggio nei siti di interesse nazionale, ai sensi dell'art. 1, comma 996, della legge 27 dicembre 2006, n. 296".

Lo studio è stato eseguito:

- in conformità al "Piano di caratterizzazione dei sedimenti marini da sottoporre ad attività di escavo, rielaborato a seguito del parere ISPRA (nota prot. 0026426 del 05/08/2010)" ed acquisito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al prot. n. 33139 del 21/12/2010;
- in conformità alle prescrizioni formulate dalla Conferenza dei Servizi decisoria del 22/12/2010 di cui si allega lo stralcio relativo allo studio in oggetto.

In particolare è stato eseguito:

- il campionamento dei sedimenti che costituiscono i fondali che saranno interessati dalle opere di dragaggio allo scopo di caratterizzarli da un punto di vista fisico, chimico, microbiologico ed ecotossicologico ai sensi dell'allegato A del Decreto del 7 Novembre 2008 – "Disciplina delle operazioni di dragaggio nei siti di interesse nazionale, ai sensi dell'art. 1, comma 996, della legge 27 dicembre 2006, n. 296". Ciò allo scopo di procedere all'individuazione dei potenziali inquinanti che possono essere presenti all'interno dei sedimenti da asportare durante la fase di realizzazione dell'opera e per verificare se le concentrazioni degli analiti siano superiori o inferiori a quelli indicati come valori limiti dall'ISPRA per il S.I.N. di Priolo;
- le indagini geofisiche allo scopo di ricostruire con estremo dettaglio la batimetria, la morfologia, l'eventuale presenza di posidonieti, di un'area più estesa rispetto l'area direttamente interessata dallo studio;
- indagini geo-archeologiche e geofisiche strumentali allo scopo di individuare l'eventuale presenza di oggetti di interesse archeologico e di residuati bellici eventualmente presenti nei fondali marini in studio.

Alla presente relazione si allegano i seguenti elaborati:

- Stralcio del verbale della Conferenza decisoria del 22/12/2010;
- Corografia dell'area in studio;
- Planimetria schematica con l'ubicazione di n. 23 stazioni di campionamento ubicate all'interno di 13 maglie quadrate di 50 x

50 m, n. 1 maglia quadrata di 100 x 100 m, n. 3 maglie quadrate di 200 x 200 m;

- Planimetria schematica con l'ubicazione delle aree da dragare con l'ubicazione delle sezioni;
- Sezioni schematiche di progetto;
- Sezione schematica di dettaglio (canale vivificazione, parcheggio con livello ipogeo e specchio acqueo diporto);
- Planimetria schematica con le opere da realizzare;
- Tabella riassuntiva con indicati: nome della stazione di campionamento, profondità di scavo, batimetria, spessore da dragare, spessore da caratterizzare, sezioni prelevate, coordinate geografiche di ciascuna stazione di campionamento;
- Schema di distribuzione delle analisi chimiche-microbiologiche ed ecotossicologiche per ciascuna carota prelevata in corrispondenza delle stazioni di campionamento;
- Schede di campionamento per ciascuna stazione di campionamento redatte come previste dal Decreto del 7 Novembre 2008 – "Disciplina delle operazioni di dragaggio nei siti di interesse nazionale, ai sensi dell'art. 1, comma 996, della legge 27 dicembre 2006, n. 296";
- Verbali di ispezione e campionamento redatti da ARPA DAP chimico – Siracusa;
- Documentazione fotografica delle carote prelevate e delle attività di campionamento;
- Risultati delle analisi chimiche, fisiche, microbiologiche ed eco tossicologiche eseguite dal Laboratorio C.A.D.A. snc di Menfi (AG);

- Elaborati delle indagini geofisiche eseguite tramite la tecnica Single Beam Echo Sounder (SBES), Side Scan Sonar, Sub-Bottom Profiler e magnetometrica per la ricostruzione di dettaglio della batimetria, della morfologia, per la mappatura delle biocenosi, per l'individuazione dell'eventuale presenza di oggetti di interesse archeologico e di residuati bellici.

# COROGRAFIA

## 2. CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI MARINI

Il nostro sito è ubicato all'interno del S.I.N. di Priolo ed Augusta, per cui allo scopo di definire le caratteristiche fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche dei sedimenti che costituiscono i fondali che saranno interessati dalle opere di dragaggio si è reso necessario eseguire le indagini e le analisi in conformità al "Piano di caratterizzazione dei sedimenti marini da sottoporre ad attività di escavo, rielaborato a seguito del parere ISPRA nota prot. 20026 del 05/08/2010" ed acquisito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al prot. n. 33139 del 21/12/2010 e per ottemperare alle prescrizioni formulate, nell'ambito della Conferenza dei Servizi decisoria del 22/12/2010. Si allega lo stralcio del verbale della CdS decisoria del 22/12/2010.

Sulla base di quanto previsto in quel documento sono stati eseguiti i campionamenti dei sedimenti marini, tenendo conto della presenza di n. 7 stazioni di campionamento eseguite dall'ICRAM per la caratterizzazione dei sedimenti marini della baia del Porto Grande di Siracusa e che rientrano all'interno dello specchio acqueo interessato dal progetto ed i cui risultati verranno utilizzati per la caratterizzazione del sito.

Considerata l'ampiezza dell'area di studio e considerato il fatto che la stessa si trova all'interno del Sito di Interesse Nazionale di Priolo (SIN), questa è stata suddivisa in:

- n. 13 maglie quadrate di 50 m per lato;
- n. 1 maglia quadrata di 100 m per lato;
- n. 3 maglie quadrate di 200 m per lato.

Per ognuna delle aree individuate è stato ubicato n. 1 punto di prelievo in corrispondenza del quale sono stati eseguiti i carotaggi di profondità tali da raggiungere la quota più profonda di escavo da effettuare, con un ulteriore spessore pari a 0,5 m, come visibile nella planimetria allegata.

La distribuzione delle maglie, ottenuta mediante l'adozione di tale strategia, risulta uniforme e le stazioni posizionate in base a tale criterio forniscono informazioni di dettaglio su tutta l'area oggetto di studio.

All'interno dell'area interessata dalla realizzazione delle opere a mare, al fine di raccogliere informazioni complete sullo spessore di sedimento interessato dalla movimentazione, i livelli prescelti delle carote da sottoporre alle determinazioni analitiche sono consecutivi.

Tutti i livelli, ottenuti previo campionamento, hanno uno spessore di 50 cm.

Sono stati, inoltre, eseguiti, così come richiesto da ISPRA, alcuni campionamenti in corrispondenza delle opere da realizzare anche in assenza di dragaggio.

## 2.1 PROFONDITÀ DI CAMPIONAMENTO

In ciascun punto di campionamento sono state prelevate carote di lunghezza superiore di 50 cm rispetto allo spessore di sedimento da dragare, quest'ultimo approssimato per eccesso ai consecutivi 50 cm e comunque non inferiore ai 2 m.

## 2.2 SCELTA DEI CAMPIONI

Per "quota di escavo" si intende l'effettiva quota del progetto di dragaggio, approssimata ai 50 cm successivi. La lunghezza della carota si intende misurata a partire dal top (indicato come livello "0"). Da ciascuna carota sono state prelevate sezioni di sedimento, secondo le seguenti indicazioni:

- Per quota di scavo inferiore ai 2 m

Sono state prelevate sezioni consecutive di sedimento di spessore pari a 50 cm sino alla quota di -2 (4 sezioni) in corrispondenza dei sondaggi SA1, SA2, SA5, SA6, SA8, SA14, SA15, SA17, SA18, SA19 ed SA20.

Per quota di escavo superiore ai 2 m

Oltre i 2 m di profondità e sino alla quota di escavo è stata prelevata una sola sezione di 50 cm per ogni metro lineare di lunghezza della carota; al di sotto della quota di escavo è stata prelevata ed analizzata una sezione di 50 cm di spessore in corrispondenza dei sondaggi SA7, SA9, SA10, SA11, SA12.

Nell'allegata tabella 1 sono indicate:

a) la sigla di ciascuna sezione di campionamento,

b) la quota di escavo,

c) la quota batimetrica,

d) lo spessore da dragare,

e) lo spessore caratterizzato,

f) la profondità delle sezioni prelevate,

g) il numero delle sezioni analizzate.

Le opere di dragaggio saranno effettuate per ottenere un fondale a quota -5,00 m s.l.m. nello specchio acqueo per il diporto e nello specchio acqueo cantieristico, a quota -3,00 m s.l.m. nella darsena polifunzionale ed a quota -2,00 m s.l.m. nel canale di vivificazione e nel parcheggio con livello ipogeo.

In particolare:

- in corrispondenza dello specchio acqueo cantieristico sono state scelte maglie di dimensioni 50 x 50 m poiché si tratta di aree con distanza inferiore a 50 m dai manufatti esistenti (Stazioni di campionamento SA9, SA10, SA11, SA12 ad integrazione della stazione ICRAM denominata B17);
- in corrispondenza della "darsena polifunzionale" e parte del "canale di vivificazione" sono state scelte maglie di dimensioni 50 m x 50 m poiché si tratta di aree con distanza inferiore a 50 m dai manufatti esistenti (Stazioni di campionamento SA6, SA5);
- in corrispondenza del "canale di vivificazione" sono state scelte maglie di dimensioni 100 m x 100 m poiché si tratta di aree in prossimità della costa (Stazioni di campionamento SA1, SA2, SA17, SA15, SA18 e SA19);
- in corrispondenza del "parcheggio con livello ipogeo" è stata ubicata la stazione SA14 ed SA20;
- in corrispondenza dello specchio acqueo per il diporto sono state scelte maglie di dimensioni 200 m x 200 m poiché si tratta di aree esterne al porto esistente. L'ubicazione delle stazioni di

campionamento sono state scelte anche per caratterizzare i sedimenti in corrispondenza del previsto molo (Stazioni di campionamento SA7 ed SA8 ad integrazione delle stazioni ICRAM denominate B35, B27 e B28).

## 2.3 METODICHE DI CAMPIONAMENTO

Il campionamento dei fondali è stato eseguito con l'ausilio di un mezzo navale "pontone" adeguato al raggiungimento delle stazioni di campionamento previste, equipaggiato con ecoscandaglio per il rilevamento della profondità di prelievo.

Dove la limitata batimetria non ha consentito di raggiungimento della stazione con il pontone, i campionamenti sono stati eseguiti inserendo a pressione un tubo in PVC atossico con l'ausilio di sommozzatori specializzati.

L'ubicazione di ciascun punto di campionamento è stata registrata in coordinate geografiche e le quote sondi fanno riferimento all'ellissoide WGS84, un sistema di localizzazione satellitare con metodologia differenziale D.G.P.S. (Differential Global Positioning System).

In particolare, la latitudine e longitudine sono state espresse in gradi primi e frazioni di primo.

Il campionamento è stato realizzato tramite la tecnica del carotaggio verticale con la sonda di perforazione attrezzata con testa a rotazione e rotopercussione, utilizzando un carotiere con un diametro pari 101 cm.

La velocità di rotazione è stata posta al minimo in modo da ridurre l'attrito tra sedimento e campionatore.

PLANIMETRIA SCHEMATICA
UBICAZIONE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

Stazione SA8

Stazione SA7

Stazione SA15

Stazione SA14

Stazione SA20

Sondaggio SA9

Stazione SA10

Stazione SA11

Stazione SA12

Stazione SA6

Stazione SA5

Stazione SA2

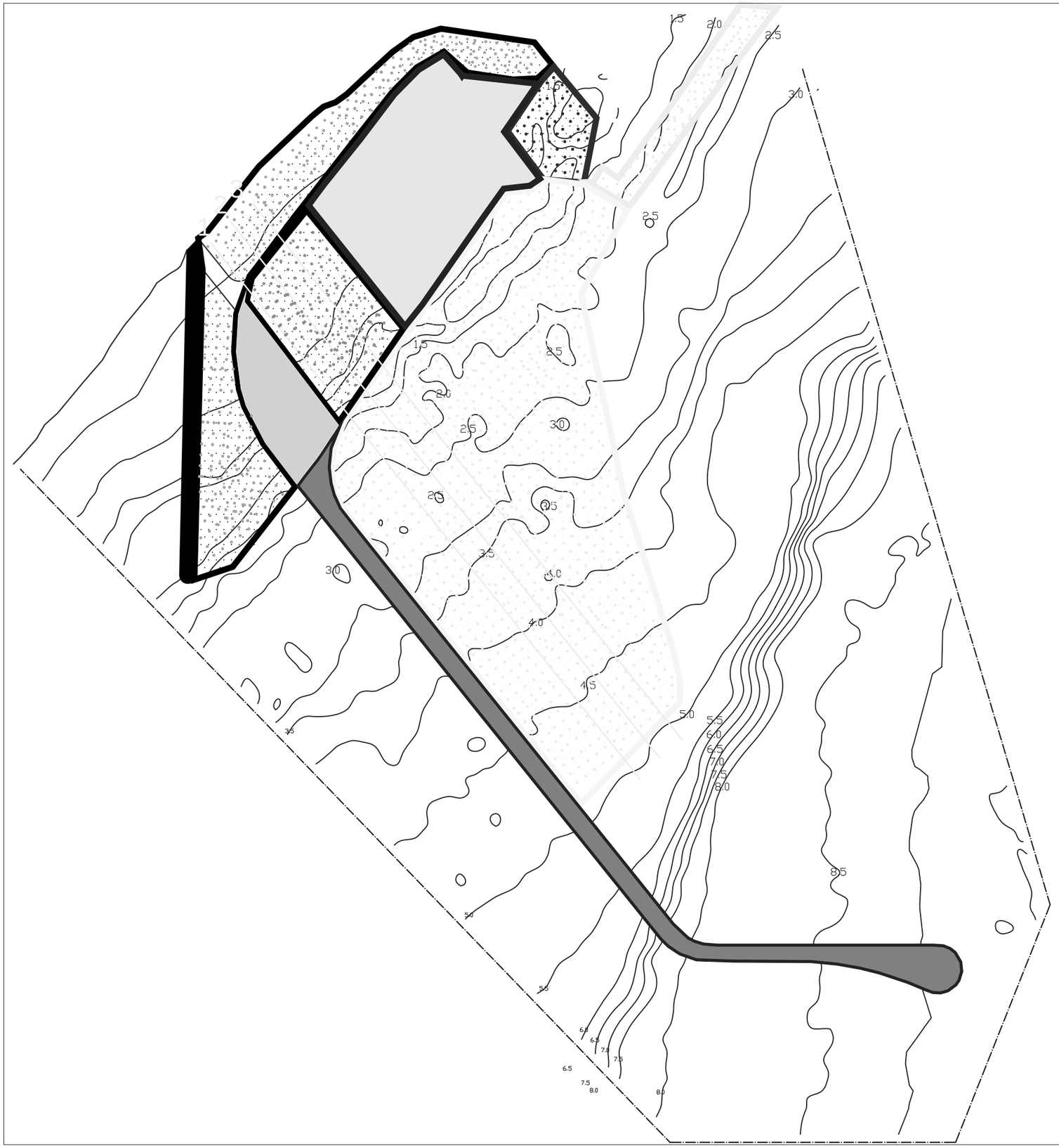
Stazione SA18

Stazione SA1

Stazione SA19

Stazione SA17

# PLANIMETRIA SCHEMATICA - AREE PROGETTO



# SEZIONI SCHEMATICHE

SEZIONE 1

SEZIONE 2

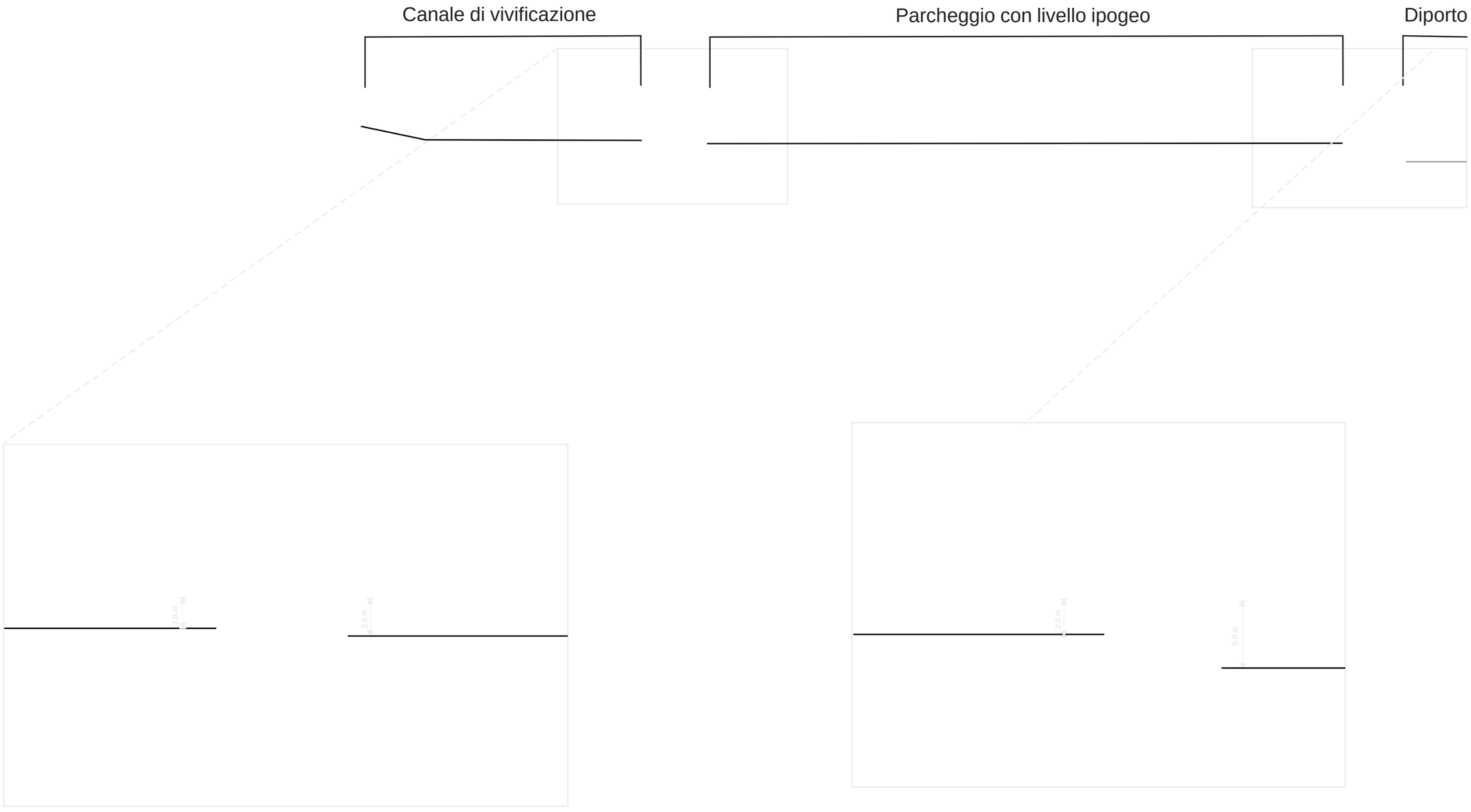
SEZIONE 3

Livello del mare

Batimetria attuale

Batimetria dopo dragaggio

SEZIONE 2




Livello del mare

Batimetria attuale

Batimetria dopo dragaggio

I campioni prelevati con la carotatrice sono stati estratti a percussione senza l'utilizzo di fluidi in corrispondenza delle stazioni di campionamento SA5, SA6, SA7, SA8, SA9, SA10, SA11, SA12, SA14, SA15, SA20, mentre in corrispondenza delle stazioni SA1, SA2, SA18, SA19, SA17 sono stati prelevati direttamente nel tubo in PVC di lunghezza pari a 3 m, dopo averlo tagliato longitudinalmente con l'aiuto di un flex come visibile nelle foto allegate.

Di conseguenza non sono stati assolutamente utilizzati fluidi o fanghi di circolazione per non contaminare le carote estratte.

Ciascuna carota è recuperata per l'intera lunghezza prevista, in un'unica operazione, senza soluzioni di continuità, utilizzando aste di altezza pari a 6 m ed è stato ottenuto un recupero pari al 100% dello spessore da caratterizzare.

Il diametro della strumentazione ha consentito il recupero di una quantità di materiale sufficiente per l'esecuzione di tutte le determinazioni analitiche previste, tenendo conto delle modalità di preparazione dei campioni, del quantitativo di campione da conservare e del quantitativo che è stato consegnato al T.P.A Sabratt Italia di ARPA Sicilia (DAP Siracusa) presente durante i campionamenti.

### 2.3.1 Subcampionamento e preparazione dei campioni

All'atto del campionamento sono state registrate su una "Scheda di campionamento" tutte le informazioni riguardanti il prelievo ed i parametri di identificazione dei campioni prelevati, rispetto alle successive attività di analisi.

In particolare sono riportate:

- codice identificativo della stazione di campionamento (che contiene il riferimento della campagna di indagine e al numero della stazione);
- data campionamento;
- ora campionamento;
- coordinate del punto di campionamento;
- quota del fondale;
- lunghezza della carota prelevata;
- descrizione stratigrafica della carota;
- sezioni prelevate;
- descrizione macroscopica delle sezioni prelevate;
- codici dei relativi campioni contenente il riferimento alla campagna di indagine, al numero della stazione di campionamento e alla sezione di prelievo lungo la carota).

L'estrusione della carota è avvenuta subito dopo il prelievo dal fondale.

La carota estratta è stata misurata per tutta la sua lunghezza di prelievo, fotografata con una targa identificativa in cui è indicata la data di prelievo, il codice della stazione ed infine, è stata ispezionata da un esperto geologo professionista.

Una volta misurate, le carote sono state immediatamente subcampionate dagli operatori del laboratorio CADA s.n.c. di Menfi (Agrigento) separando, partendo dal top, le sezioni di sedimento corrispondenti agli intervalli.

Sulle singole sezioni individuate, immediatamente dopo il decorticamento della parte più esterna della carota venuta a contatto con le pareti interne del liner o della carotiere, è stato effettuato:

- il prelievo dell'aliquota destinata alla determinazione dei composti volatili (idrocarburi C>12, BTEX, composti alifatici clorurati e cancerogeni), secondo lo "Schema di distribuzione analisi" allegato.
- la misura di pH e Eh su tutte le sezioni scelte.

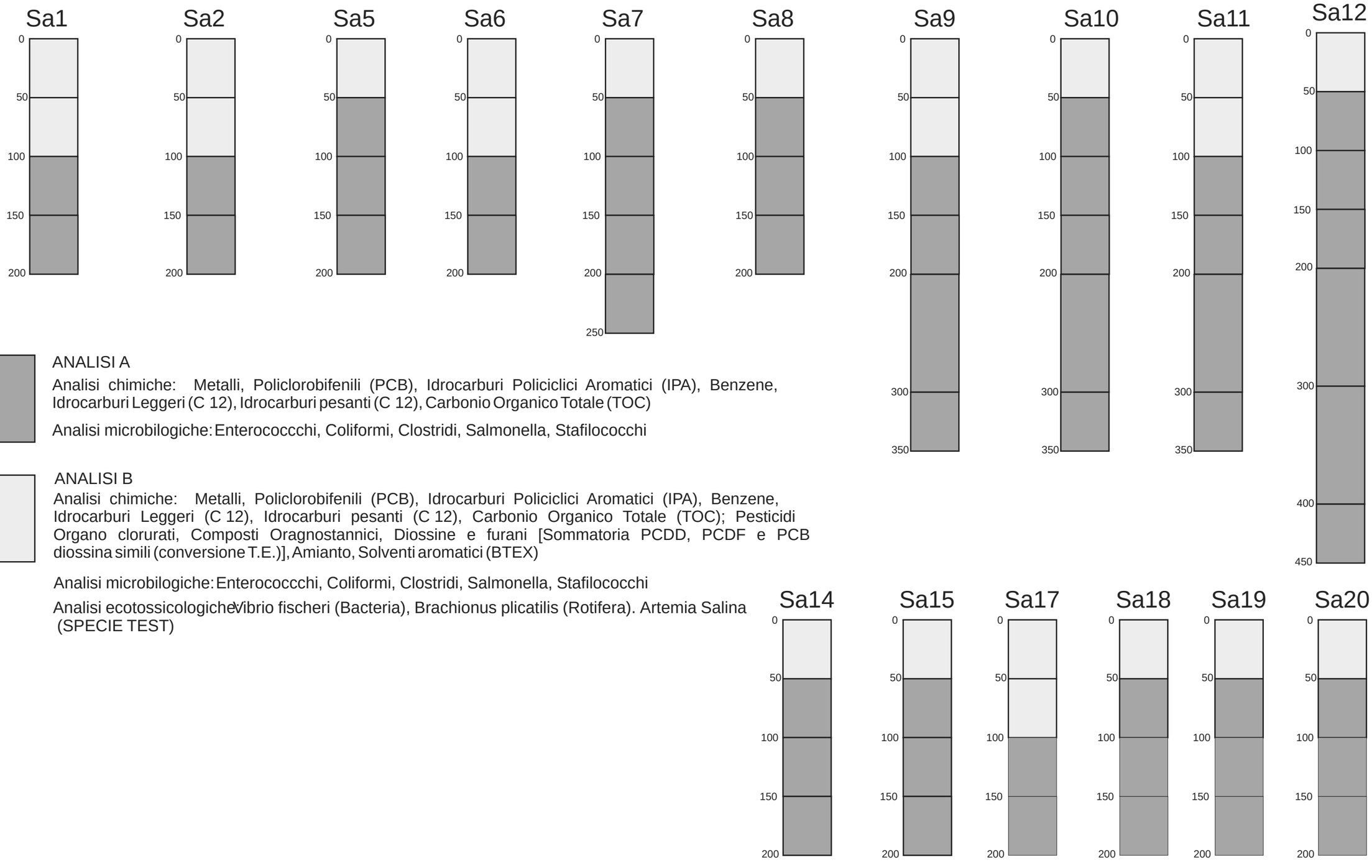
Immediatamente dopo si è proceduti al subcampionamento ed alla omogenizzazione delle aliquote previste per tutti i restanti parametri, evitando la miscelazione del sedimento lungo l'asse della carota.

Il campione, una volta omogeneizzato, è stato suddiviso in due subcampioni; uno destinato alle analisi e l'altro da suddividere ulteriormente in due subcampioni, destinati rispettivamente alle eventuali analisi di controllo e/o ad eventuali contraddittori, entrambi sono conservati in contenitori di HDPE, a temperatura compresa tra -18°C e - 25°C all'interno di un frigorifero portatile.

I due subcampioni destinati alle analisi di controllo e ad eventuali contraddittori sono stati sigillati in campo, mediante dispositivi dotati di sistemi di massima sicurezza e controfirmati dal Dott. Giacomo Anselmo (responsabile del campionamento), dal Dott. Filippo Gandolfo (Laboratorio CADA S.n.c. di Menfi – Agrigento) e dal T.P.A. Salvatore Italia incaricato dal Responsabile U.O.S. Controlli dell'ARPA SICILIA (DAP Siracusa).

| Stazioni di campionamento | Profondità di escavo (m) | Batimetria (m) | Spessore da dragare (m) | Spessore da caratterizzare (m) | Sezioni rappresentative prelevate | Numero campioni prelevati | Coordinate geogafiche |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SA1 | 2 | 0.5 | 1.5 | 2 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm | 4 | 37° 03' 52,33216" N 15° 16' 38,4143" E |
| SA2 | 2 | 0.5 | 1.5 | 2 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm | 4 | 37° 03' 54,32957" N 15° 16' 40,69544" E |
| (B35) | | | | | | | |
| (B28) | | | | | | | |
| SA5 | 2 | 1.5 | 0.5 | 1 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm | 4 | 37° 03' 54,36650" N 15° 16' 43,29703" E |
| SA6 | 3 | 1.5 | 1.5 | 2 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm | 4 | 37° 03' 52,70761" N 15° 16' 44,42688" E |
| SA7 | 5 | 3 | 2 | 2.5 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm; 200-250 cm | 5 | 37° 03' 44,41590" N 15° 16' 39,93136" E |
| SA8 | 5 | 4.5 | 0.5 | 1 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm | 4 | 37° 03' 40,86242" N 15° 16' 43,34180" E |
| SA9 | 5 | 2.3 | 2.7 | 3.5 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm; 200-300 cm; 300-350 cm | 6 | 37° 03' 55,01679" N 15° 16' 49,11325" E |
| SA10 | 5 | 2.1 | 2.9 | 3.5 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm; 200-300 cm; 300-350 cm | 6 | 37° 03' 53,61156" N 15° 16' 47,64664" E |
| SA11 | 5 | 2 | 3 | 3.5 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm; 200-300 cm; 300-350 cm | 6 | 37° 03' 52,32525" N 15° 16' 46,66237" E |
| SA12 | 5 | 1.5 | 3.5 | 4 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm; 200-300 cm; 300-400 cm; 400-450 cm | 7 | 37° 03' 50,90632" N 15° 16' 45,07911" E |
| (B30) | | | | | | | |
| SA14 | 2.5 | 1 | 1.5 | 2 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm | 4 | 37° 03' 48,44799" N 15° 16' 39,46481" E |
| SA15 | 2 | 1 | 1 | 1.5 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm | 4 | 37° 03' 46,9495" N 15° 16' 35,444463" E |
| (B26) | | | | | | | |
| SA17 | 2 | 0.7 | 1.3 | 2 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm | 4 | 37° 03' 49,83971" N 15° 16' 35,53433" E |
| (B39) | | | | | | | |
| (B17) | | | | | | | |
| (B27) | | | | | | | |
| SA18 | 2 | 0.5 | 1.5 | 2 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm | 4 | 37° 03' 53,32819" N 15° 16' 39,51675" E |
| SA19 | 2 | 0.5 | 1.5 | 2 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm | 4 | 37° 03' 51,51444" N 15° 16' 36,72144" E |
| SA20 | 2 | 0.7 | 1.3 | 2 | Sezioni 0-50 cm; 50-100 cm;100-150 cm; 150-200 cm | 4 | 37° 03' 49,75832" N 15° 16' 38,29396" E |

# SCHEMA DISTRIBUZIONE ANALISI



### 2.3.2 Trattamento e conservazione dei campioni

Il subcampione da utilizzare per l'esecuzione delle analisi fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche è stato prontamente suddiviso in diverse aliquote, che sono state conservate e trasportate secondo le seguenti modalità:

- l'aliquota per analisi granulometria, il contenuto d'acqua, il peso specifico è stata raccolta in contenitori di plastica, trasportata e conservata a temperature comprese tra i + 4°C e i + 6°C;
- l'aliquota per la chimica organica (idrocarburi C12, TOC, IPA, PCB, nitrobenzeni, clorobenzeni, clorofenoli, pesticidi organoclorurati, diossine e furani, composti organostannici) è stata raccolta in contenitori in polietilene ad alta densità (HDPE) dotati di sottotappo. Il trasporto è stato effettuato a temperature comprese tra i +4°C e i +6°C; la conservazione in laboratorio è avvenuta a temperature comprese tra -18°C e -25°C;
- l'aliquota per l'analisi di metalli ed elementi in tracce è stata raccolta in contenitori decontaminati in HDPE; il trasporto è stato effettuato a temperature comprese tra i +4°C e i +6°C; la conservazione in laboratorio è avvenuta a temperature comprese tra - 18°C e - 25°C;
- l'aliquota per l'analisi dell'amianto è stata raccolta in contenitori di plastica o vetro e il trasporto a temperature comprese tra i + 4°C e i + 6°C;
- l'aliquota per le analisi microbiologiche è stata raccolta in contenitori sterili di polietilene o polistirolo; il trasporto a temperature comprese tra i + 4°C e i + 6°C; la conservazione in

laboratorio è avvenuta alle medesime temperature per un massimo di 24 ore, entro le quali sono state iniziate l'analisi;

- l'aliquota per i saggi ecotossicologici è stata raccolta in contenitori di polietilene o vetro decontaminato ed immediatamente posta a temperature comprese tra i + 4°C e + 6°C. Le analisi sono state eseguite entro 10 gg dal prelievo;
- l'aliquota per l'analisi dei composti organici volatili dopo il prelievo, secondo la procedura di cui al paragrafo precedente è stata raccolta in contenitori decontaminati in vetro, ben chiusi tramite tappo a ghiera dotato di setto in PTFE. Il trasporto e la conservazione sono avvenuti a temperature comprese tra i + 4°C e + 6°C. I campioni sono stati analizzati entro 14 giorni dal prelievo.

Le aliquote di materiale destinate alle verifiche e/o alle analisi di controllo, una volta sigillate, sono state conservate dal Laboratorio CADA s.n.c. come richiesto dal Sig. Italia dell'ARPA Sicilia (DAP Siracusa).

Dette aliquote sono state fotografate come visibile dagli allegati.

Il periodo di conservazione di dette aliquote non sarà inferiore ad un anno dal termine del completamento dell'attività istruttoria da parte dell'Amministrazione competente.

2.3.3 Analisi fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche

Le analisi sotto indicate sono condotte sul campione tal quale e la restituzione del dato analitico è stata riportata rispetto al peso secco del materiale analizzato.

Preparazione e pulizia del tubo in PVC con idropulitrice

Apertura con flex del campionatore in PVC

Preparazione dell’aliquota destinata alla determinazione dei composti volatili

Inserimento liquido modificatore di matrice – (Vials)

Chiusura ermetica dei contenitori – (Vials)

Preparazione dell’aliquota destinata alla determinazione dei parametri microbiologici (PET sterili)

Preparazione dell’aliquota destinata alla determinazione dei parametri chimici, metalli e composti organici (PET sterili)

Preparazione dell’aliquota destinata alla determinazione dei parametri chimici - Composti organici

Misurazione PH ed EH

### 2.3.3.1 Analisi fisiche

Su tutti i campioni prelevati è stata redatta una descrizione macroscopica che riporta:

- tipologia del sedimento:
  - 9 colore;
  - 9 odore;
  - 9 presenza di concrezioni;
  - 9 residui di origine naturale o antropica, etc;
- determinazioni di contenuto d'acqua e peso specifico;
- determinazioni granulometriche dei sedimenti che prevedono l'individua-zione delle principali frazioni dimensionali (ghiaia, sabbia, silt e argilla) secondo le classi dimensionali riportate nella tabella seguente.

La caratterizzazione della frazione pelitica nelle frazioni silt e argilla viene effettuata per tutti i campioni aventi percentuale di frazione pelitica maggiore del 10%.

### 2.3.3.2 Analisi chimiche

I parametri chimici determinati sui sedimenti ed i relativi limiti di quantificazione richiesti per diversi parametri sono riportati nella tabella seguente.

| Specifiche chimiche | Singoli Parametri e Specifiche Analitiche | Numero di determinazioni da effettuare | Limite di quantificazione richiesto (mg/Kg s.s.) | Numero di determinazioni effettuate nell'ambito del presente progetto |
|---|---|---|---|---|
| Metalli | Al (alluminio)<br>As (arsenico)<br>Cd (cadmio)<br>Cr totale (cromo)<br>Cu (rame)<br>Fe (ferro)<br>Hg (mercurio)<br>Ni (nichel)<br>Pb (piombo)<br>Zn (zinco)<br>V (vanadio) | Su tutti i campioni prelevati | 5.0<br>0.5<br>0.05<br>5.0<br>1.0<br>5.0<br>0.05<br>1.0<br>1.0<br>1.0<br>1.0 | Su tutti i campioni prelevati |
| Policlorobifenili (PCB) | Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 95, PCB 99, PCB 101, PCB105, PCB 110, PCB114, PCB118, PCB123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 146, PCB 149, PCB 151, PCB 153, PCB 156 | Su tutti i campioni prelevati | 0.0001<br>Per singolo composto | Su tutti i campioni prelevati |
| | PCB157, PCB 167, PCB 169, PCB170, PCB 177, PCB 180, PCB 183, PCB 187, PCB189 e loro sommatoria (per i PCB Diossina simili si richiede la determinazione con spettrome- | Su tutti i campioni prelevati | 0.00001<br><br>Per singolo composto dei PCB Diossina simili | Su tutti i campioni prelevati |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | tria di massa ad alta risoluzione) | | | |
| Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) | Naftalene<br>Acenaftene<br>Fluorene<br>Fenantrene<br>Antracene<br>Fluorantene<br>Pirene<br>Benzo (a) antracene<br>Crisene<br>Benzo (b) fluorantene<br>Benzo (k) fluorantene<br>Benzo (a) pirene<br>Dibenzo (a, h)antracene<br>Benzo (g, h, i) perilene<br>Indeno (1, 2, 3, cd) pirene<br>Acenaftilene | Su tutti i campioni prelevati | 0.001<br>Per singolo idrocarburo | Su tutti i campioni prelevati |
| Benzene | | Su tutti i campioni prelevati | 1.0 | Su tutti i campioni prelevati |
| Idrocarburi Leggeri (C ”12) | | Su tutti i campioni prelevati | 0.5 | Su tutti i campioni prelevati |
| Idrocarburi Pesanti (C •12) | | Su tutti i campioni prelevati | 1.5 | Su tutti i campioni prelevati |
| Carbonio Organico Totale (TOC) | | Su tutti i campioni prelevati | | Su tutti i campioni prelevati |
| Pesticidi Organoclorurati | DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza somma degli isomeri 2.4 e 4.4)<br>Cis-clordano<br>Trans-clordano<br>Aldrin<br>Dieldrin | In presenza di attività presenti o pregresse che ne facciano ipotizzare la presenza, su una percentuale di campioni | 0.0005<br>Per ogni singolo composto | Sul 30% dei campioni prelevati |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Endrin<br>.-esaclorocicloesano<br>- esaclorocicloesano<br>- esaclorocicloesano (Lindano)<br>Eptacloro<br>EptacloroEpossido | | | |
| Esacloro-benzene | HCB | Su una percentuale dei campioni | 0.0001 | Sul 30% dei campioni prelevati |
| Composti Organo-stannici | Espresso come Sn totale di origine organica | Su una percentuale dei campioni | 0.001 | Sul 30% dei campioni prelevati |
| Diossine e furani Sommatoria PCDD, PCDF e PCB diossina simili (conversione T.E.)] | Determinati con spettrometria di massa ad alta risoluzione al fine del raggiungimento del limite di rilevabilità richiesto | Su una percentuale dei campioni | 0.5x10-6 | Sul 30% dei campioni prelevati |
| Amianto | Espresso in mg/kg s.s Determinato attraverso una delle seguenti tecniche analitiche: difrattometria a raggi X oppure I.R. Trasformata di Fourier | Su una percentuale dei campioni | | Sul 30% dei campioni prelevati |
| Solventi aromatici (BTEX) | | Su una percentuale dei campioni | 1.0 Per singolo composto | Sul 30% dei campioni prelevati |

### 2.3.3.3 Analisi Microbiologiche

Le analisi microbiologiche eseguite sono indicate nella tabella seguente.

| Parametro | Specifiche | Numero di determinazioni da effettuare | Numero di determinazioni effettuate nell'ambito del presente progetto |
|---|---|---|---|
| Enterococcchi | Fecali | Su tutti i campioni prelevati | Su tutti i campioni prelevati |
| Coliformi | Totali | Su tutti i campioni prelevati | Su tutti i campioni prelevati |
| Coliformi | Escherichia coli | Su tutti i campioni prelevati | Su tutti i campioni prelevati |
| Clostridi | Spore di clostridi solfiloriduttori | Su tutti i campioni prelevati | Su tutti i campioni prelevati |
| Salmonella | | Su tutti i campioni prelevati | Su tutti i campioni prelevati |
| Stafilococchi | | Su tutti i campioni prelevati | Su tutti i campioni prelevati |

### 2.3.3.4 Analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità)

I saggi biologici sono applicati sul 30% dei campioni ed a due matrici ambientali costituite da:

- Fase solida del sedimento (sedimento tal quale e/o centrifugato);
- Fase liquida del sedimento (acqua interstiziale e/o elutriato).

Le analisi vengono eseguite mediante impiego di una batteria di saggi biologici costituita da tre specie-test appartenenti a gruppi tassonomici e filogenetici differenti, di seguito indicati:

- Vibrio fischeri (Bacteria)
- Brachionus plicatilis (Rotifera)
- Corophium orientale (Amphipoda)

Dai risultati delle prove eseguite in laboratorio si evince che i sedimenti nell'ambito areale investigato non sono inquinati e rientrano nella fattispecie di cui all'art. 186 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i, nonché dell'allegato 5 alla Parte IV tabella 1 colonna A dello stesso D.Lgs.

| | | SA1 C01 0.00-0.50 | SA2 C01 0.00-0.50 | SA2 C02 0.50-1.00 | SA5 C01 0.00-0.50 | SA5 C02 0.50-1.00 | VALORI DI INTERVENTO (ISPRA) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| METALLI | | | | | | | |
| PIOMBO | mg/Kg s.s. | 88 | | | | | 57 |
| ZINCO | mg/Kg s.s. | | | | 147 | 149 | 141 |
| PESTICIDI | | | | | | | |
| DDE | µg/Kg s.s. | | 296 | 9 | | | 5 |

Tabella dei campioni che non rientrano nei limiti in cui sono stati riscontrati superamenti rispetto i "Valori di intervento" indicati da ISPRA

Dall'analisi dei risultati ottenuti si può affermare che la procedura di intervento non deve essere attivata poiché la percentuale dei campioni non conformi, rispetto al totale di n. 74 campioni analizzati, è inferiore al 10%.

Si ritiene, comunque, necessario effettuare in fase di progettazione esecutiva ulteriori indagini di dettaglio all'interno delle maglie SA2 ed SA1.

# 3. INDAGINI GEOFISICHE PER LO STUDIO BATIMETRICO, MORFOLOGICO E PER L'INDIVIDUAZIONE DI OGGETTI DI INTERESSE ARCHEOLOGICO E RESIDUATI BELLICI

La campagna di indagini geofisiche descritta nei paragrafi seguenti ha come fine:

- la ricostruzione della batimetria di dettagliata ed aggiornata dell'area direttamente interessata dal progetto;
- la morfologia dell'area direttamente interessata dal dragaggio che include la mappatura dell'eventuale presenza di posidonieti e l'individuazione dello spessore dei sedimenti incoerenti sul substrato coerente;
- l'individuazione della presenza di eventuali oggetti o strutture di interesse archeologico e residuati bellici.

Per la ricostruzione della batimetria di dettaglio si è utilizzata la tecnica del Single Beam Echo Sounder (SBES). Lo scandaglio a fascio singolo funziona mediante invio di brevi impulsi di energia acustica verso i fondali marini, rilevando gli impulsi riflessi. Per ottenere un elevato dettaglio sono state effettuate misure lungo una maglia con interlinee pari a 2 metri.

Per l'individuazione eventuali ordigni bellici sepolti sono state eseguite eseguite indagini magnetometriche.

Per l'individuazione dello spessore dei sedimenti incoerenti e di eventuali oggetti o strutture di interesse archeologico e residuati bellici, i dati acquisiti in superficie con la tecnica sopra citata, sono stati intergrati utilizzando la tecnica denominata "SBP Sub Bottom Profiler" che permette di

identificare corpi o strutture caratterizzate da proprietà fisiche diverse dal sedimento in cui è immerso.

Tali indagini sono state accompagnate da specifici rilievi, riprese video e fotografiche eseguite con strumentazione ROV ed operatori subacquei specializzati.

Tutte le indagini, georiferite mediante apposita strumentazione GPS differenziale (DGPS), sono descritte in dettaglio nei paragrafi seguenti.

## 3.1 INDAGINI BATIMETRICHE

Le indagini hanno avuto come scopo l'acquisizione di una serie di dati di carattere geofisico e sono state eseguite con l'ausilio della tecnica denominata "Single Beam".

Lo svolgimento della survey ha avuto luogo dal 06/09/2010 al 09/09/2010. Tutti i dati acquisiti sono stati riferiti al sistema di coordinate metriche UTM Zone 33N e datum WGS 1984.

Nella figura seguente si evidenziano le diverse aree investigate nel dettaglio.

Nella porzione esterna (limite di colore blu), è stato effettuato il rilievo batimetrico mentre all'interno dell'area in rosso viene visualizzata quella porzione non investigabile durante la survey a causa del ridotto fondale.

In questa area i dati sono stati acquisiti tramite una asta graduata, eseguendo misure in corrispondenza di una maglia di dimensioni 2x2 m.

La strumentazione utilizzata per le indagini risultava composta da:

- DGPS Seastar Fugro 9200G2
- Software di navigazione QPS Qinsy V.7.0
- Pc Hp Pavilion per la navigazione
- Girobussola Simrad RF35C
- Imbarcazione "Neptune 1"

Il sistema di posizionamento superficiale utilizzato per l'esecuzione dell'intero rilievo geofisico è stato un sistema satellitare GPS in modalità differenziale di tipo "Wide Area DGPS", costituito da un ricevitore GPS Fugro Seastar 9200 G2.

Tale sistema si basa sulla metodologia satellitare GPS in modalità differenziale, con ricezione delle correzioni differenziali via satellite di tipo L-Band.

Le correzioni differenziali vengono generate da un network di stazioni terrestri, selezionabili dall'operatore a seconda dell'area di lavoro ed inviate ad un Centro di Controllo ed Elaborazioni che provvede alla ri-trasmissione via satellite.

L'acquisizione, la gestione e la memorizzazione dei dati di posizione e navigazione è stata eseguita con un sistema di navigazione costituito da un Pc equipaggiato con il software Qinsy della QPS.

Il sistema è stato interfacciato con il sistema di posizionamento superficiale Dgps e con tutti gli altri strumenti di misura per la gestione e l'acquisizione di tutti i dati di interesse.

I dati digitali così ottenuti sono stati raccolti all'interno di un database customizzato ad hoc.

Il Rilievo batimetrico del settore test è stato eseguito mediante l'uso di un sistema Sbes (Navisound 215) opportunamente calibrato prima

della fase di inizio del rilievo (calibrazione mediante bar-check sia con strumento in funzione ad alta frequenza che a bassa frequenza).

Il line spacing creato per il piano di navigazione aveva un interasse di 10 m, con linee parallele alla linea di costa, spingendosi fino alla profondità minima operativa dell'imbarcazione (1.0 m).

I dati batimetrici acquisiti sono stati corretti in fase di processing con opportuno valore medio di marea ricavato dal mareografo posto all'interno del porto di Catania e consultabile on line.

Dall'analisi dei risultati si evince che il fondale marino interessato dalle opere in progetto si presenta debolmente inclinato verso il largo e caratterizzato da un dislivello pari a circa 5.5 m per i primi 430 m dalla linea di costa.

A questa progressiva si nota una netta rottura di pendenza pari ad un dislivello di circa 3 m alla base del quale il fondale risulta essere sub-pianeggiante.

In allegato è visibile la carta batimetrica di dettaglio.

## 3.2 INDAGINI MAGNETOMETRICHE

La finalità dell'attività di acquisizione magnetica marina mediante un magnetometro è quello di caratterizzare da un punto di vista geomagnetico l'area di interesse e, in dettaglio, individuare possibili oggetti ferromagnetici presenti sul fondo o dentro la coltre sedimentaria (oggetti sepolti) ascrivibili a possibili ordigni e/o altro materiale di natura antropica.

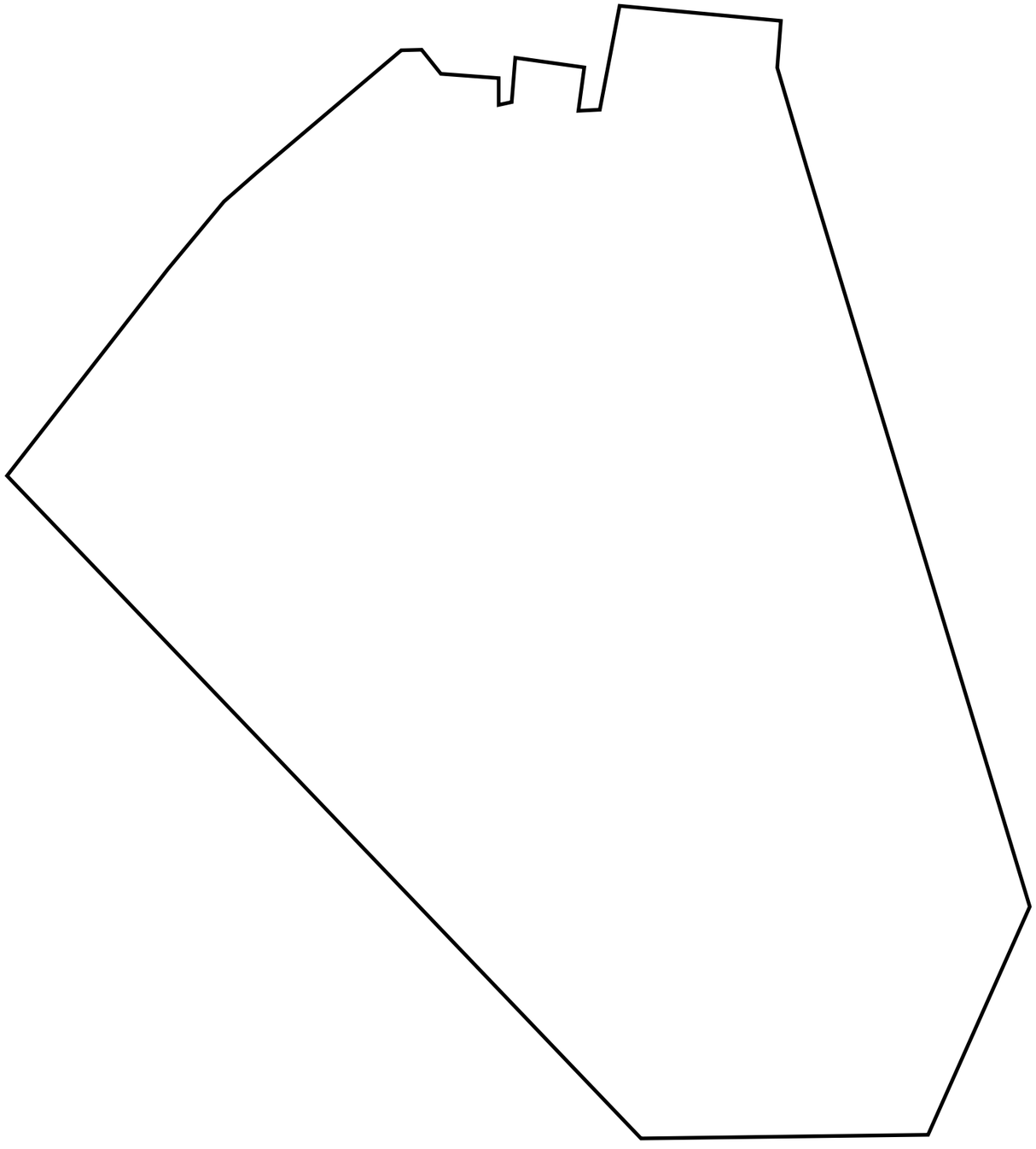
Tutti i dati acquisiti sono stati riferiti al sistema di coordinate metriche UTM Zone 33N e datum WGS 1984.

Nella figura seguente è indicata l'area studiata che è maggiore di quella strettamente interessata dal progetto (limite di colore blu).

L'attività di prospezione magnetica è stata condotta con l'utilizzo di un sensore magnetico ai vapori di Cesio Geometrics G882 in configurazione longitudinale che ha permesso l'identificazione di eventuali anomalie del Campo Magnetico Terrestre (nel seguito CMT), coniugando costi, rapidità di indagine e risultati.

L'area è stata rilevata secondo linee parallele alla costa (direzione NE-SW) con una spaziatura di circa 10/20 metri (in relazione al battente batimetrico) per un totale di 51 linee.

# CARTA BATIMETRICA

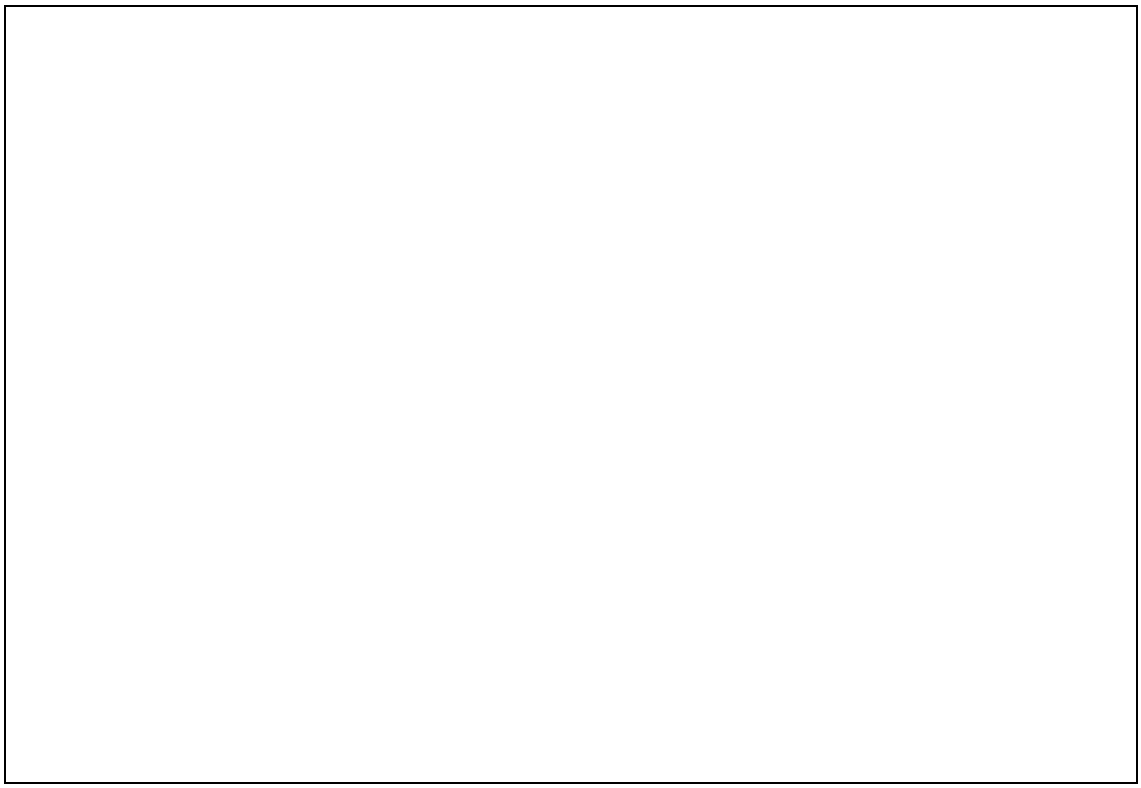


1 Area investigata con asta graduata a causa della limitata batimetria

Area investigata tramite la tecnica Single Beam Echo Sounder (SBES), con interdistanza di 2 mt.

Inoltre è stata acquisita un'area di progetto (surplus) in media di circa 60 m per ogni lato del perimetro, ciò al fine di evitare in fase di restituzione eventuali gap durante le fasi di processing dei dati.

Di seguito è visibile la foto aerea con indicato il limite dell'area indagata.



Area investigata tramite indagini magnetometriche

La strumentazione utilizzata per le indagini è composta da:

- DGPS Seastar Fugro 9200G2;
- Software di navigazione QPS Qinsy V.7.0;
- Pc Hp Pavilion per la navigazione;
- Pc Hp Pavilon per acquisizione dati Magnetometrici;
- Magnetometro Geometrics G882 ai vapori di Cesio;
- Imbarcazione.

Il sistema di posizionamento superficiale utilizzato per l'esecuzione dell'intero rilievo geofisico ed ambientale è stato un sistema satellitare GPS in modalità differenziale di tipo "Wide Area DGPS", costituito da un ricevitore GPS Fugro Seastar 9200 G2.

Tale sistema si basa sulla tecnologia satellitare GPS in modalità differenziale, con ricezione delle correzioni differenziali via satellite di tipo L-Band.

Le correzioni differenziali vengono generate da un network di stazioni terrestri, selezionabili dall'operatore a seconda dell'area di lavoro ed inviate ad un Centro di Controllo ed Elaborazioni che provvede alla ri-trasmissione via satellite.

L'acquisizione, la gestione e la memorizzazione dei dati di posizione e navigazione è stata eseguita con sistema di navigazione costituito da un Pc equipaggiato con il software Qinsy della QPS.

Il sistema è stato interfacciato con il sistema di posizionamento superficiale Dgps e con tutti gli altri strumenti di misura per la gestione e l'acquisizione di tutti i dati di interesse.

I dati digitali così ottenuti sono stati raccolti all'interno di un database customizzato ad hoc.

La strumentazione utilizzata è costituita da un magnetometro a vapori di Cesio ed è costituito da tre elementi principali: un emettitore di fotoni, una camera contenente vapori di Cesio ed un cuscino gassoso che avvolge i primi due.

A questi sensori primari si aggiunge un altimetro per avere informazione a che altezza si trova lo strumento dal fondo e uno chassis, il cosiddetto Tow fish che racchiude tutte le componenti sopra elencate e su

cui sono installati una serie di pesi e di pinne stabilizzatrici. Il principio operativo di questo magnetometro si basa sulla capacità di un atomo di Cesio di poter esistere in tutti i seguenti livelli energetici (orbitali elettronici).

Quando un atomo di Cesio all'interno della camera incontra un fotone proveniente dall'emettitore salta ad uno stato energetico più elevato e, quindi, emette il fotone, ricadendo ad uno stato di energia più basso.

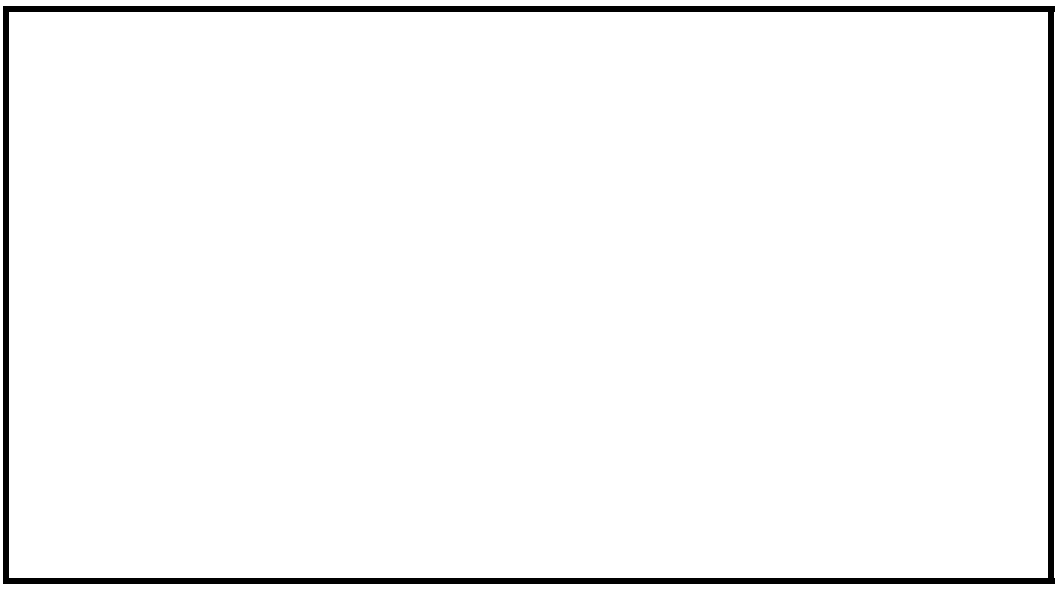
Questo passaggio viene utilizzato per la calibrazione del magnetometro che nel modello Geometrics G882 si traduce nel posizionare il sensore per circa 15 minuti poggiato sul fondo lontano da eventuali sorgenti magnetiche al fine di effettuare l'autocalibrazione dello stesso che fa sì che lo strumento si imposti sul valore del CMT locale dell'area da indagare.

Successivamente, quando il sensore viene esposto ad eventuali anomalie del CMT (effetto Zeeman), si producono dei salti negli orbitali elettronici che si identificano nelle ricadute con relative emissioni energetiche misurabili, tradotte in "picchi" sulla finestra del software usato in acquisizione.

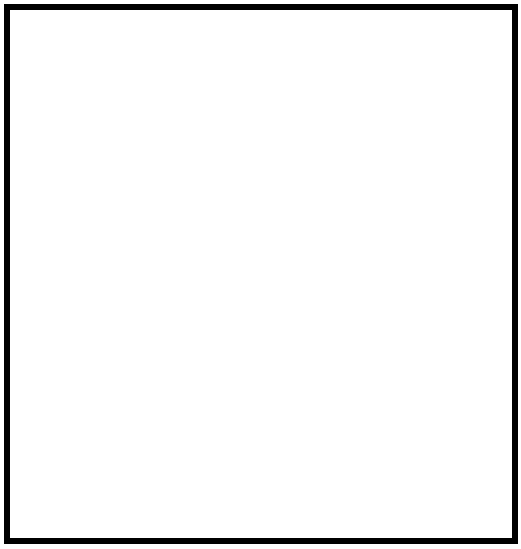
Oltre alla fase di calibrazione si va direttamente in area operazioni, a priori si genera il survey che si intende svolgere stando in questo modo i vari input e output da e verso il magnetometro, oltre alla scelta di poter operare con un sensore singolo (come nel caso) o in combinazione doppia, (misurando in questo modo non il valore di anomalia magnetica ma il gradiente delle anomalie magnetiche).

Sempre mediante il software fornito con il Geometrics G882 (CS/AZ software), si è verificato il valore medio di CMT che ci si aspetta nell'area da indagare (risultato pari a 44701 nT), inserendo le coordinate della stessa

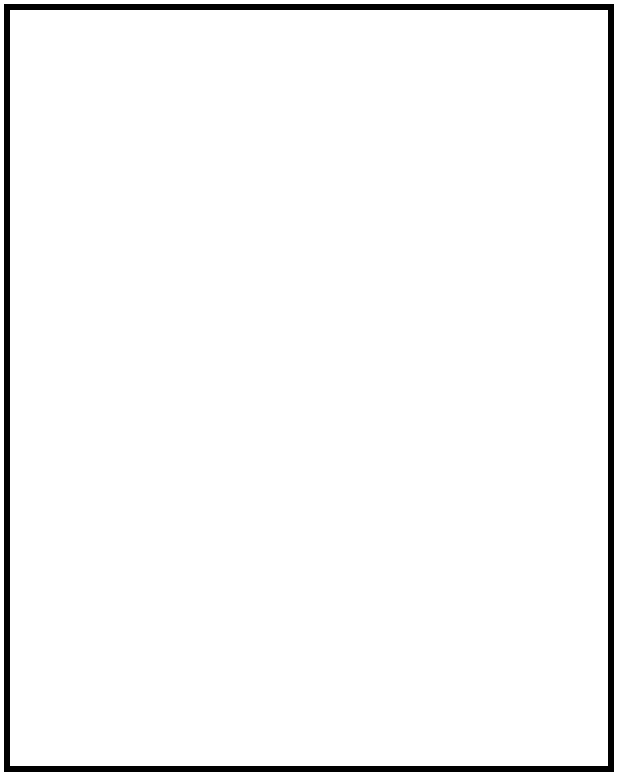
area da investigare e l'eventuale azione dei sensori ai vapori di Cesio (legati alla direzione con cui si effettueranno le linee di acqusizione), tutto come mostrato nelle figure seguenti.



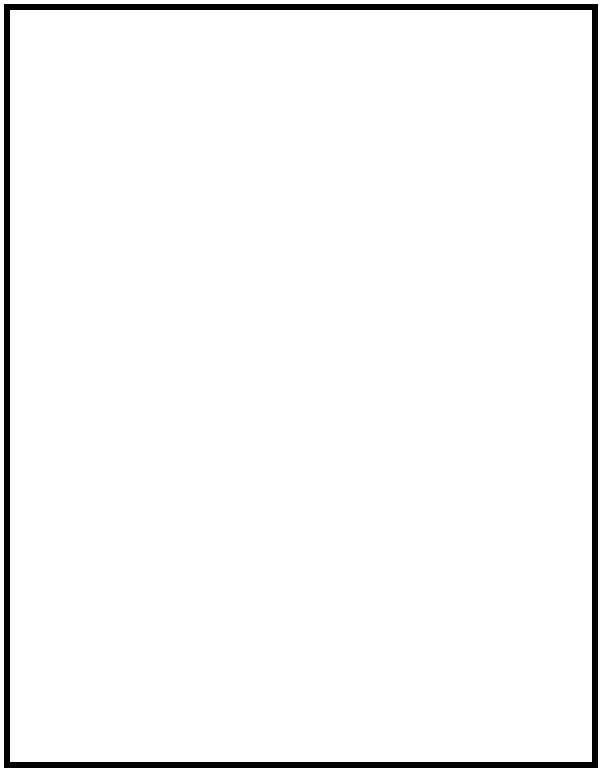
Descrizione del processo fisico mediante il quale è possibile rilevare una variazione del CMT data dalla presenza di oggetti metallici.



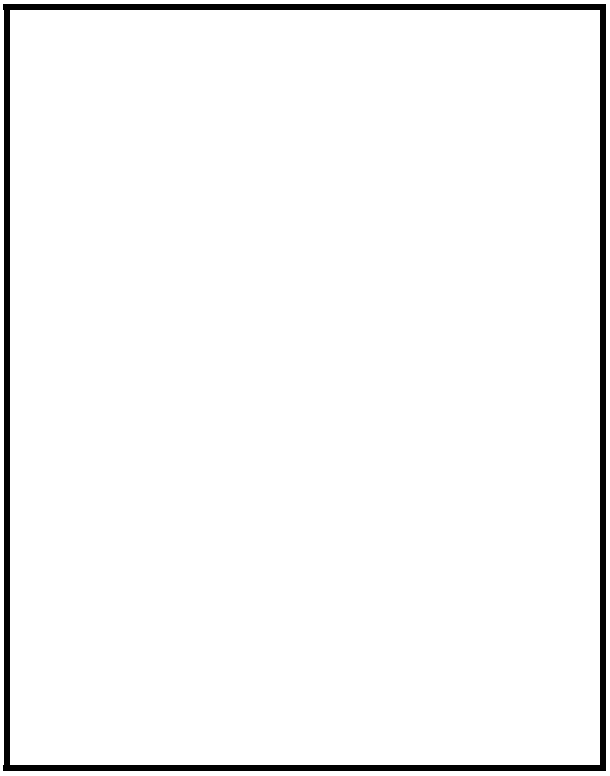
Differenti possibili configurazioni dei sensori magnetometrici. Per il rilievo effettuato si è optato per la configurazione longitudinale con un solo sensore.



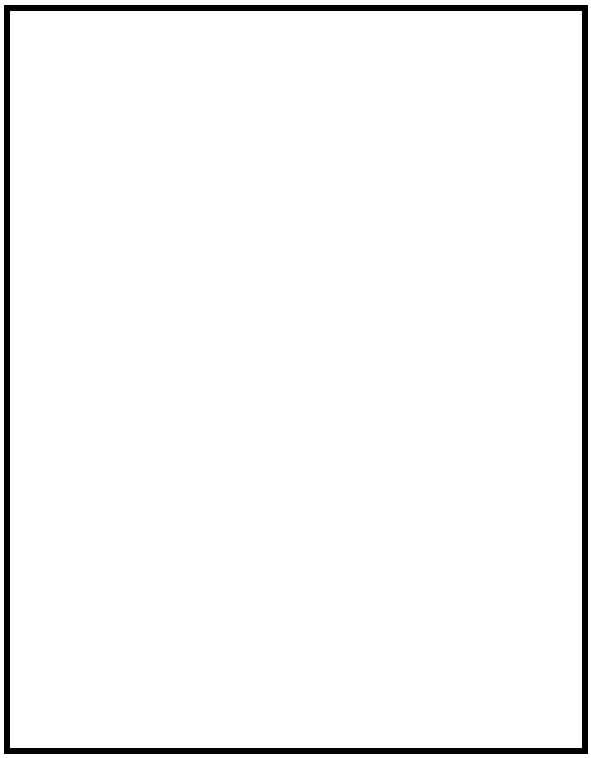
Mappa dell'inclinazione



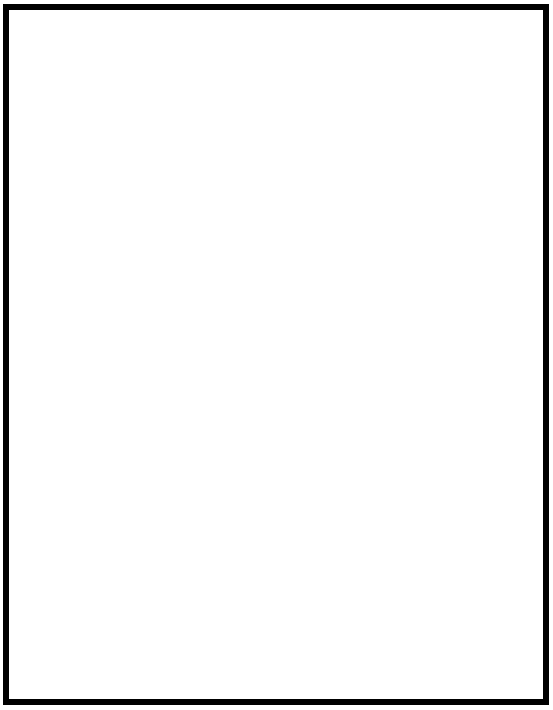
Mappa del CMT



Mappa della declinazione



Orientazione consigliata per il sensore ai vapori di Cesio



Valori di base del CMT, della declinazione e dell'inclinazione nell'area indagata

I dati acquisiti sono stati processati effettuando la rimozione delle spike nelle posizioni dgps. Direttamente in fase di acquisizione si è proceduto alla applicazione mediante software del valore di layback (metri di cavo di connessione I/O e traino del magnetometro) che veniva filato o recuperato.

I dati magnetometrici non hanno mostrato serie di spike, a testimonianza del corretto funzionamento del sistema di misura, fornendo così uno strumento estremamente valido al fine di individuare sorgenti superficiali o sepolte che generano variazione nel CMT.

A tal proposito nella figura seguente si riporta un esempio di anomalia magnetica riscontrata, che è rappresentata da un "picco" visualizzato sul software di acquisizione.

Generalmente l'intensità del picco è proporzionale alla quantità di materiale ferromagnetico presente.

I vari picchi legati alle anomalie magnetiche sono stati riportati sulla Carta dei Target, in modo da valutare la reale distribuzione dei vari oggetti ferromagnetici presenti sul fondo marino nell'area indagata.

In dettaglio la posizione spaziale dei target riconosciuti mette in evidenza come la gran parte degli stessi possano essere riconoscibili come corpi morti e/o catene di ormeggio per imbarcazioni poste alla fonda.

Questo risulta ipotizzabile soprattutto per i target del settore Sud dell'area in cui anche i dati SBP hanno dato evidenza della presenza di target indicati nella tabella seguente.

Si allegano, inoltre, le foto aeree con i dettagli delle linee SBP e la disposizione dei target individuati.

Si precisa che è stato effettuato un controllo fra i dati ricavati dal survey magnetometrico con il precedente dataset dei dati Side Scan Sonar, al fine di evidenziare la presenza di ipotizzati "corpi morti" sul fondo.

Tuttavia questi oggetti antropici non risultano visibili nei dati Side Scan Sonar e ciò può essere dovuto al fatto che gli stessi corpi morti siano sprofondati nei sedimenti marini per almeno un metro.

Il settore Est dell'area interessata dalle opere di costruzione di Marina di Archimede è facilmente identificabile dalla concentrazione delle linee isomagnetiche nei pressi dei piloni in fase di costruzione e dalla presenza del pontone che si trovava in operazioni durante il survey (valori delle isomagnetiche comprese fra i 43550 e i 44500 nT).

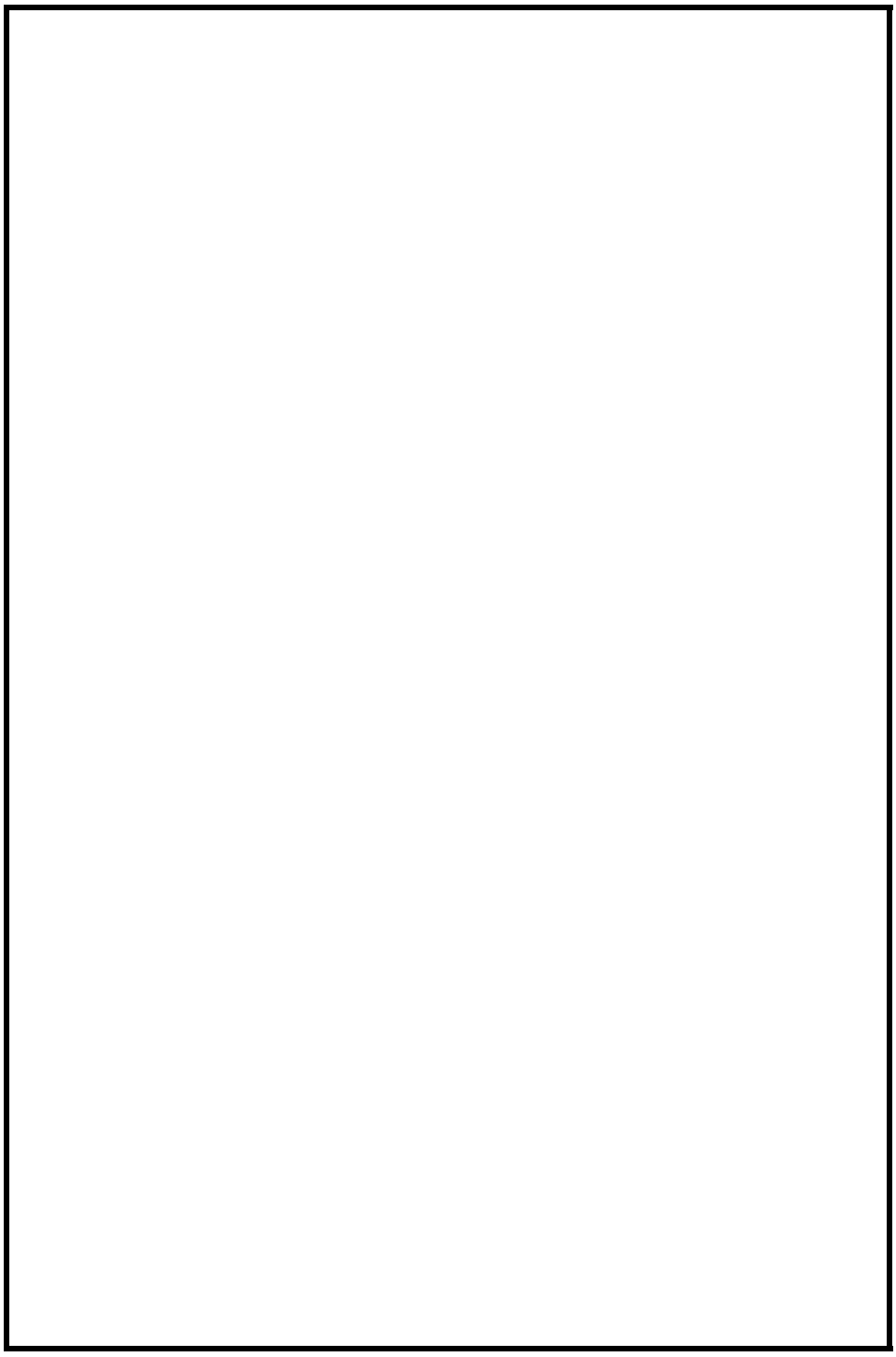
Il settore centrale dell'area "normalmente" è interessato da attività di pesca mediante reti da posta. Anche durante il survey molte imbarcazioni

erano presenti nell'area e questo potrebbe giustificare la natura dei target localizzati in questo settore.

Il settore prossimo alla costa mostra una serie di target che potrebbero essere associati alla presenza di numerosi paletti metallici usati dai pescatori locali per ormeggiare le barche.

Anche in questo caso le variazioni di CMT non sono molto marcate.

Opere e pontone in attività che hanno creato anomalie magnetiche

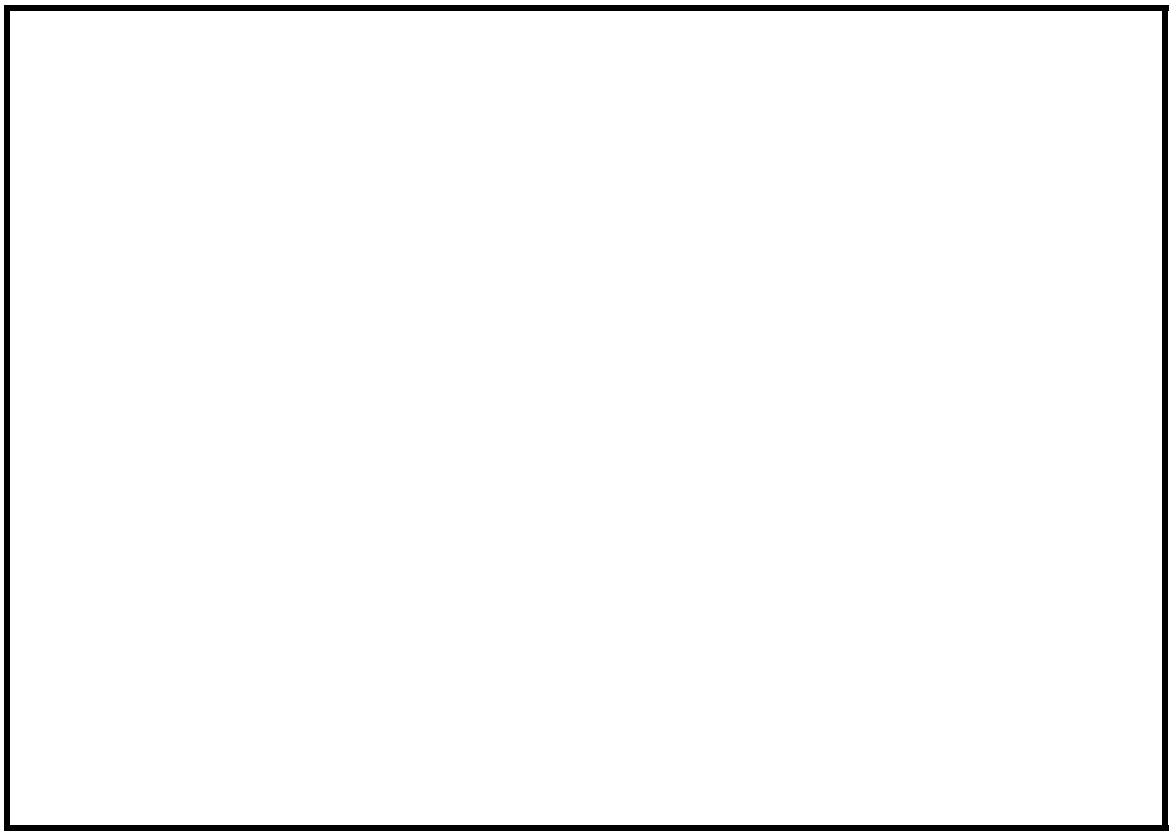


Esempio dei target ricosciuti direttamente in fase di acquisizione.

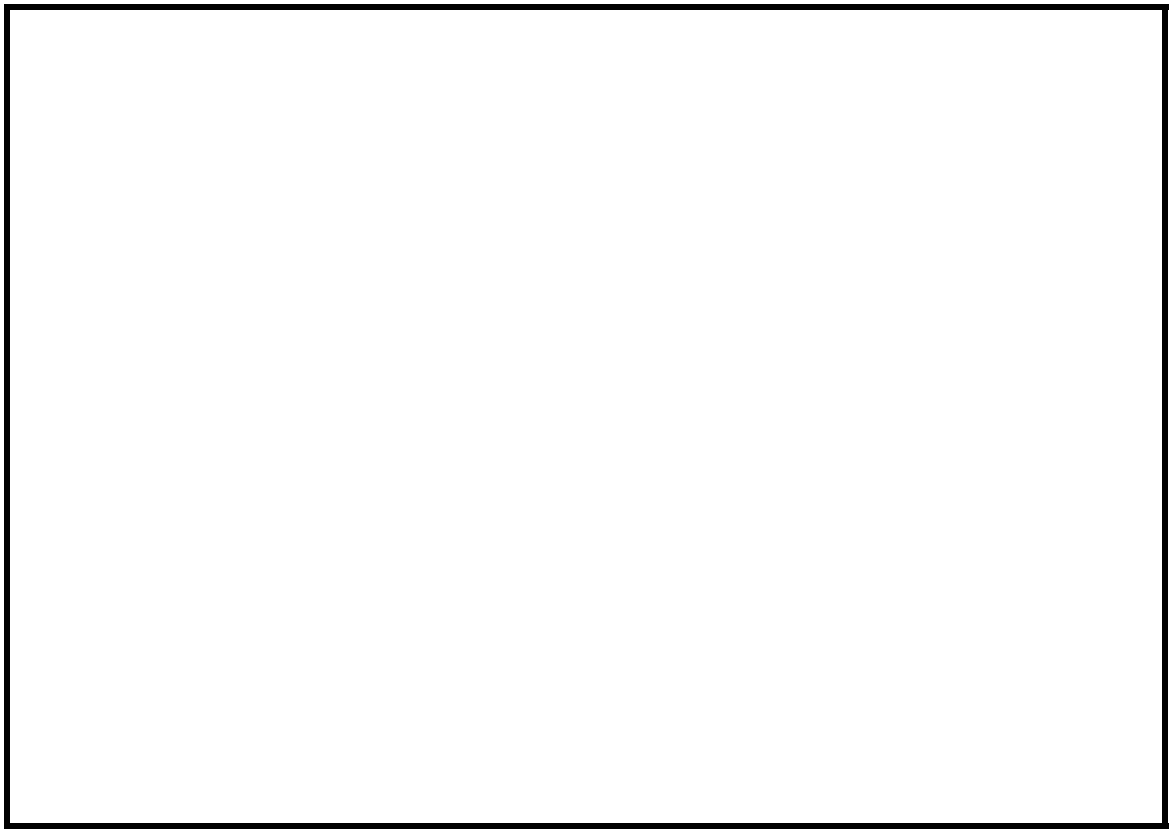
CARTA DELLE INDAGINI MAGNETOMETRICHE

| Line | Northing | Easting | ms | Note |
|---|---|---|---|---|
| SBP61 | 4101548.50 | 524991.438 | 12.0 | ID 1 |
| SBP61 | 4101557.25 | 524998.50 | 11.8 | ID 2 |
| SBP41 | 4101811.25 | 524951.75 | 11.2 | ID 3 |

Target SBP individuati. Nota la maggior parte di questi target sono esterni all'area di indagine SBP (limite in giallo nella figura)

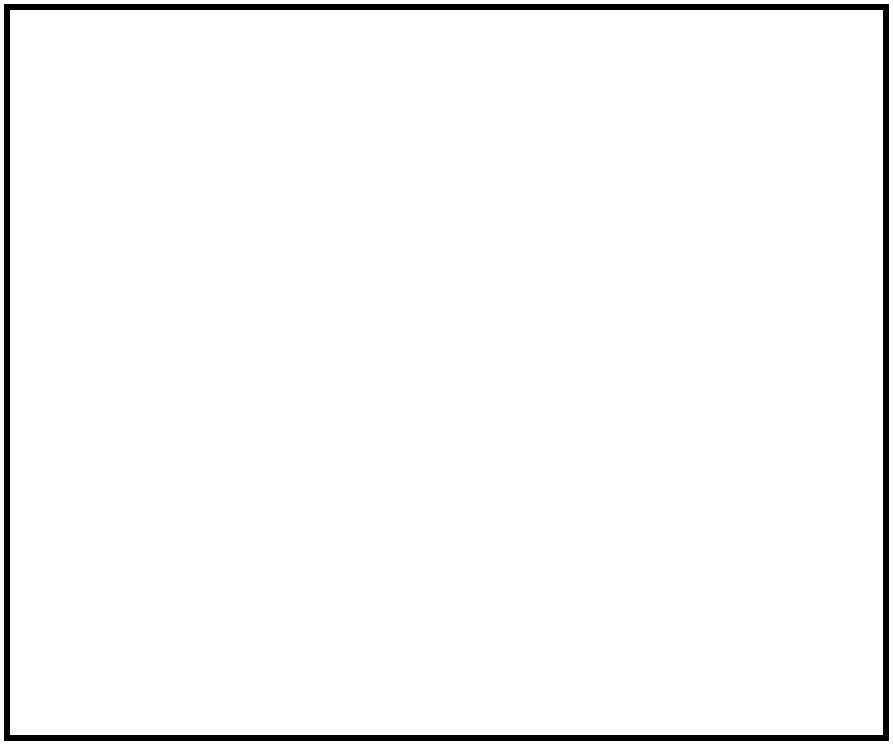


Disposizione dei target individuati dai profili SBP. In giallo il limite dell'area indagata



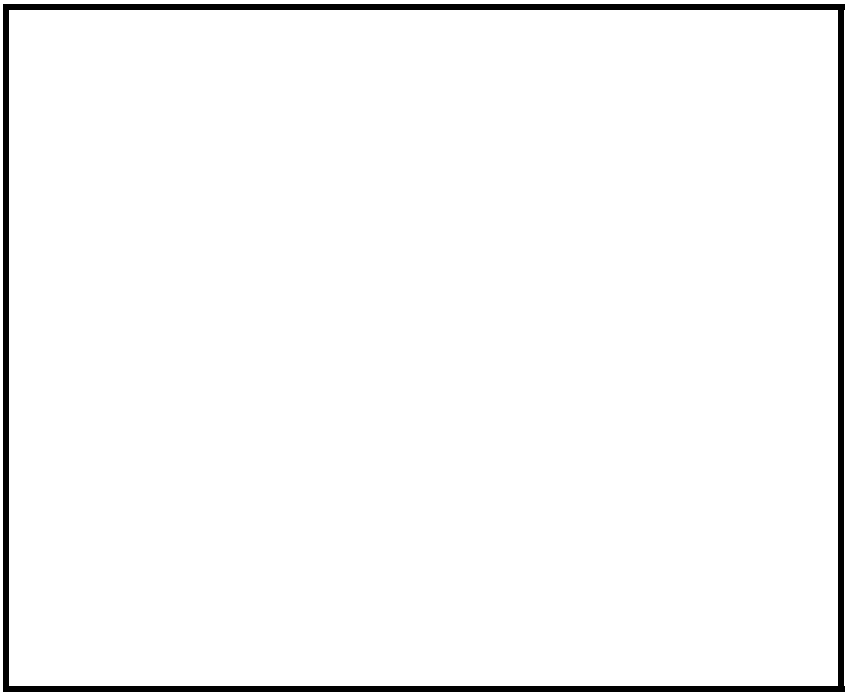
Dettaglio dei target individuati

Linea SBP 61



Dettaglio della linea SBP 61 che evidenzia il target riconosciuto (ID:1)

Dettaglio della linea SBP 61 che evidenzia il target riconosciuto (ID:2)



Dettaglio della linea SBP 41.

Dettaglio della linea SBP 41 che evidenzia il target riconosciuto (ID:3).

## 3.3 INDAGINI SIDE SCAN SONAR

La tecnica denominata Side Scan Sonar è uno strumento indispensabile per individuare e mappare con il necessario dettaglio le biocenosi presenti nell'area investigata.

Area investigata tramite indagini "Side Scan Sonar"

La metodologia usata si è basata sull'utilizzo di un sonar a scansione laterale (SSS) che opera con frequenza di 300 kHz con un range di indagine di 30 m per ogni lato (dx e sinistra dello strumento).

Il line spacing delle linee da acquisire è stato fissato pari a 30 m al fine di avere una overlap fra le varie strisciate del 100%.

In breve la modalità di lavoro di un SSS si traduce nell'emissione di fasci direzionati di energia acustica, l'energia che riflessa dal fondo del mare e/o da oggetti posti su di esso ritorna allo (grazie proprio alla riflessione) allo strumento, registrate e convertite in immagini acustiche ovvero sonogrammi.

La frequenza usata dal Side Scan Sonar C-MAX ed il range di ricerca relativamente stretto (30 m per lato) sono stati scelti al fine di registrare dei dati che avessero un risoluzione prossima al valore del metro.

Il SSS è uno strumento composto da un'unità d'acquisizione del segnale posta a bordo dell'imbarcazione e da un'unità di trasmissione del segnale trainata a poppa dell'imbarcazione, il Tow-fish, al cui interno sono alloggiati i trasduttori che emettono e ricevono i fasci direzionati di energia acustica.

Il tow-fish viene trainato a poppa dell'imbarcazione a profondità variabili in funzione della profondità del fondo del mare che si indaga, mantenendosi in linea di principio a circa il 10% della profondità del fondo marino, motivo questo che porta ad dover ammainare continuamente il cavo che collega lo stesso tow-fish con il sistema di registrazione.

L'intensità dei segnali di ritorno (backscatter) dovuti alle riflessioni dei fasci di onde sul fondo marino rivela la natura morfologica, tessiturale o le caratteristiche peculiari dei corpi insonificati.

Lo strumento consente, altresì, il riconoscimento di rilievi o depressioni del fondo grazie alla presenza di "ombre" acustiche, localizzate rispettivamente a valle dei rilievi ed a monte delle depressioni rispetto alla direzione di insonificazione delle onde.

Il SSS permette, inoltre, di misurare alcuni parametri caratterizzanti il corpo insonificato sul fondo marino, quali larghezza, lunghezza, altezza e posizione, dato che l'intero sistema è interfacciato con il GPS a cui viene sommato il Layback cioè i metri di cavo di collegamento con lo stesso tow-fish che si trova in acqua.

Il valore di Layback a cui si è tenuto il SSS è stato pari a 2.0 m dalla poppa del mezzo nautico, a questo valore si sono sommati i 0.50 m dovuti alla distanza della poppa dalla posizione dell'antenna dgps.

Geometria di esecuzione di un rilievo mediante un Side Scan Sonar

Principi e formule che permettono di ricavare le dimensione degli oggetti insonificati dal fascio direzionale di onde acustiche emesse dai trasduttori del SSS.

I dati acquisiti sono stati processati effettuando la rimozione delle spike nelle posizioni dgps e sui dati SSS si sono applicati dei filtri per rendere il segnale del sonar più definito.

Si è, inoltre, effettuato uno smoothing della navigazione operata dal SSS alla applicazione dell'operatore slant range che ha permesso di "chiudere" la colonna d'acqua posta al di sotto dello stesso tow-fish, interpolando i dati acquisiti a sx e a dx dei due trasduttori del SSS.

Sono state analizzate in modo dettagliato le varie strisciate nella ricerca dei target e successivamente è si proceduto all'assemblaggio del mosaico delle varie strisciate Side Scan Sonar ed alla integrazione di questi con una ortofoto della porzione a terra dell'area indagata, il tutto al fine contribuire a generare, assieme alle altre tecniche, la carta della biocenosi allegata.

Si mette in evidenza che dall'analisi dei dati ottenuti si evince che sono presenti deue macchie piu scure presenti nel tracciato side scan. Queste sono dovute agli urti dello strumento sul fondo (anomalia 1) e sulle foglie di Cymodocea Nodosa (anomalia 2). Questa interpretazione è stata confermata da rilievi visivi in situ e dalle immagini del video ROV1 (PK150).

La zona prospiciente la battigia, caratterizzata da un basso fondale, è stata indagata tramite rilievo visivo eseguito dalla C.R.E.A. Cooperativa Ricerche Ecologiche ed Ambientali che, inoltre, ha effettuato ulteriori controlli sul resto dell'area in studio.

In merito al quesito proposto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare dall'analisi dei ridultati si evince che non è presente alcuna prateria di Poseidonia Oceanica.

# CARTA SIDE SCAN

Area in studio

1

Anomalia

Dall’analisi dei dati ottenuti si evince che sono presenti deue macchie piu scure presenti nel tracciato side scan. Queste sono dovute agli urti dello strumento sul fondo (anomalia 1)  e sulle foglie di Cymodocea Nodosa (anomalia 2). Questa interpretazione è stata confermata da rilievi visivi in situ e dalle immagini del video ROV1 (PK150)

## 3.4 INDAGINI PER LA RICERCA DI TARGET ARCHEOLOGICI (SUB BOTTOM PROFILER)

Il sistema utilizzato per la ricerca di target archeologici sepolti è stato un Sub Bottom Profiler Seqwest Bathy 120 PC, che utilizza pulsazioni Full Spectrum "Chirp" per la realizzazione di profili ad alta definizione degli strati del sottofondo e degli oggetti sepolti.

Area investigata tramite indagini "Sub Bottom Profiler"

Le onde acustiche trasmesse dallo strumento vengono riflesse ad ogni variazione di densità e velocità degli strati del sottofondo, fornendo così indicazioni indirette sulla natura dei sedimenti attraversati.

La presenza di eventuali targets sepolti viene data dalla formazione di "iperbole di diffrazione" che si generano quando l'onda acustica "colpisce"

l'oggetto sepolto subendone appunto una diffrazione (principio di Huygens).

Le onde riflesse vengono registrate dal trasduttore ed inviate al processore posto a bordo dell'imbarcazione.

I dati acquisiti sono visualizzati on-line, georeferenziati ed immagazzinati in formato Seg-Y per la fase successiva di processing.

Il sistema impiegato nel dettaglio ha uno spettro di frequenza pari a 3.5 kHz che garantisce una buona penetrazione dei sedimenti del sottofondo, variabile da 2 a 50 m, in funzione delle caratteristiche di densità e compattezza dei sedimenti.

Il Bathy 2010PC monta una scheda di acquisizione dotata di un "abbattitore di Ringing" che permette di operare con lo strumento anche in profondità prossime a un metro.

I dati, una volta registrati, sono stati processati mediante il Software Geosuite della Geomarine Survey NL.

I dati acquisiti dal Sub Bottom Profiler hanno permesso di investigare i primi 10-15 m al di sotto del fondo mare al fine di evidenziare eventuali target sepolti riconducibili a potenziali oggetti di interesse archeologico.

La natura geologica dell'area indagata risulta fortemente controllata sia dai corsi d'acqua presenti che dalle variazioni eustatiche del livello marino ripetutesi nel corso dell'ultima sequenza deposizionale Plio-Pleistocenica.

Questi due fattori hanno contribuito alla creazione di una serie di sistemi canalizzati (visibili anche nelle porzioni a terra) che sono state riconosciute anche nei profili SBP acquisiti in mare.

Di seguito vengono presentati i risultati ricavati dal processing dei dati acquisiti.

Si precisa che nei profili SBP sono stati individuati numero tre (3) target (iperbole di diffrazione) posti mediamente a circa 11.0 ms (in tempi doppi) che assumendo una velocità del suono in acqua prossima a circa 1500 m/s corrispondono a circa 8.2 m di profondità (si tenga presente ovviamente la profondità a cui si localizza il fondo mare di volta in volta per avere il reale spessore in difetto di questi target).

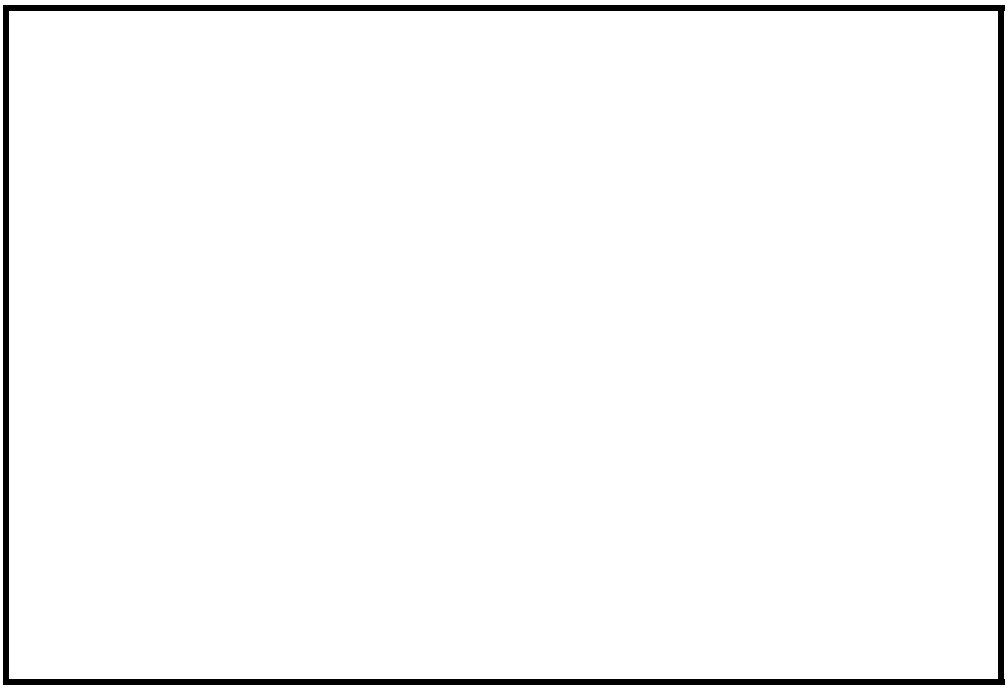
Una volta completata la fase di processing, sempre nel software Geosuite, è stato possibile importare il Dem (Digital Elevation Model) ricavato dai dati SBES al fine di avere un dataste completo per futuri studi.

Nella tabella vengono riportate le coordinate dei target localizzati, mentre le figure seguenti mostrano la loro collocazione rispetto al limite di indagine dell'area SBP.

Per una più facile ed immediata lettura dei risultati, nella "Carta dei target" allegata, sono state indicate le posizioni dei target individuati tramite l'indagine effettuata con il magnetometro e con il "Sub bottom Profiler", rispetto le aree interessate dal progetto.

La tipologia di target evidenziati ci fa escludere la presenza di elementi archeologici all'interno dell'area interessata dalla realizzazione delle opere e dal dragaggio dei sedimenti.

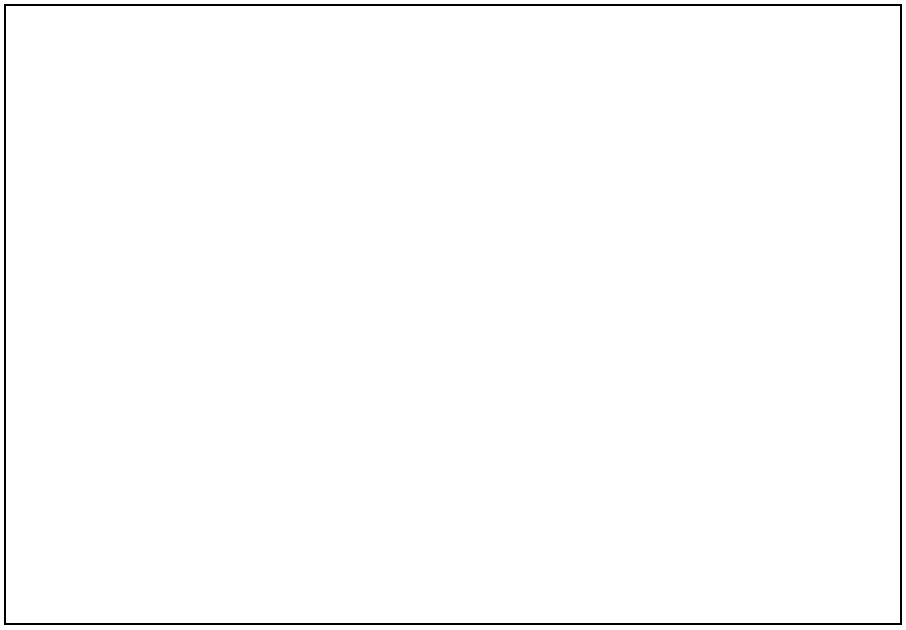
Visione 3D delle profili sismici acquisiti dei dati DEM ricavati dal rilievo SBES.



Acquisizione dei dati sub bottom profiler, sul fondo è stata riportato il dem ricavato dai dati SBES.

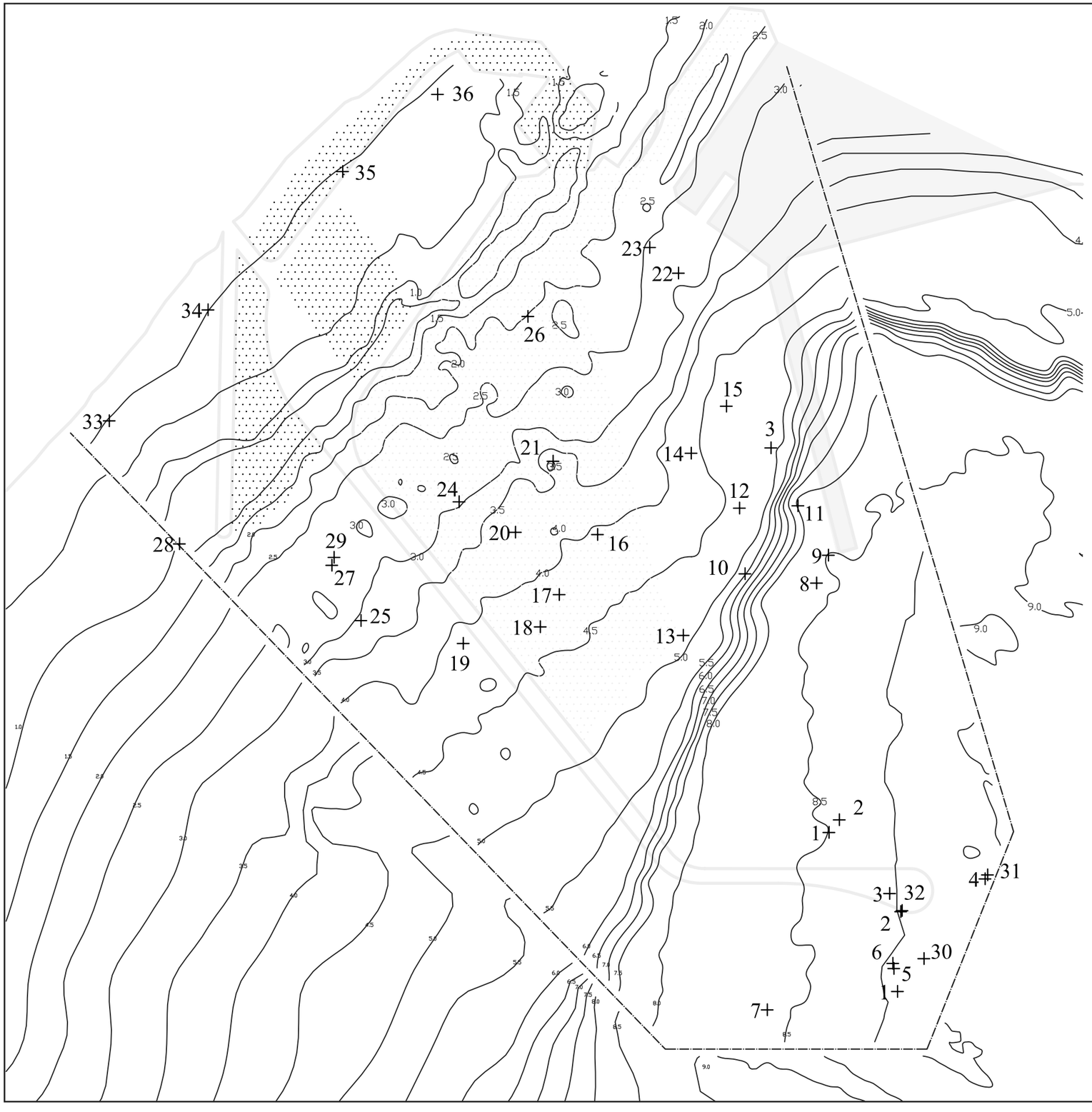
| Line | Northing | Easting | ms | Note |
|---|---|---|---|---|
| SBP 61 | 4101548.50 | 524991.438 | 12.0 | ID 1 |
| SBP 61 | 4101557.25 | 524998.50 | 11.8 | ID 2 |
| SBP 41 | 4101811.25 | 524951.75 | 11.2 | ID 8 |

Target SBP individuati. Nota la maggior parte di questi target sono esterni all'area di interessata dalle opere (limite in giallo nella figura)



Disposizione dei target individuati dai profili SBP

# CARTA DEI TARGET




Target individuati, ricadenti all’interno delle aree interessate dai dragaggi e dalle opere

| Target | Coordinate geografiche WGS84 |
|---|---|
| 2 | 37°3'35.586"N - 15°16'53.725"E |
| 3 | 37°3'35.965"N - 15°16'53.382"E |
| 13 | 37°3'41.706"N - 15°16'47.690"E |
| 16 | 37°3'43.948"N - 15°16'45.327"E |
| 17 | 37°3'42.614"N - 15°16'44.261"E |
| 18 | 37°3'41.901"N - 15°16'43.730"E |
| 20 | 37°3'44.004"N - 15°16'43.055"E |
| 21 | 37°3'45.572"N - 15°16'44.097"E |
| 24 | 37°3'44.679"N - 15°16'41.497"E |
| 26 | 37°3'48.783"N - 15°16'43.133"E |
| 32 | 37°3'35.563"N - 15°16'53.688"E |
| 35 | 37°3'52.008"N - 15°16'38.301"E |
| 36 | 37°3'53.713"N - 15°16'40.935"E |

1+ Target individuati tramite indagine magnetometrica

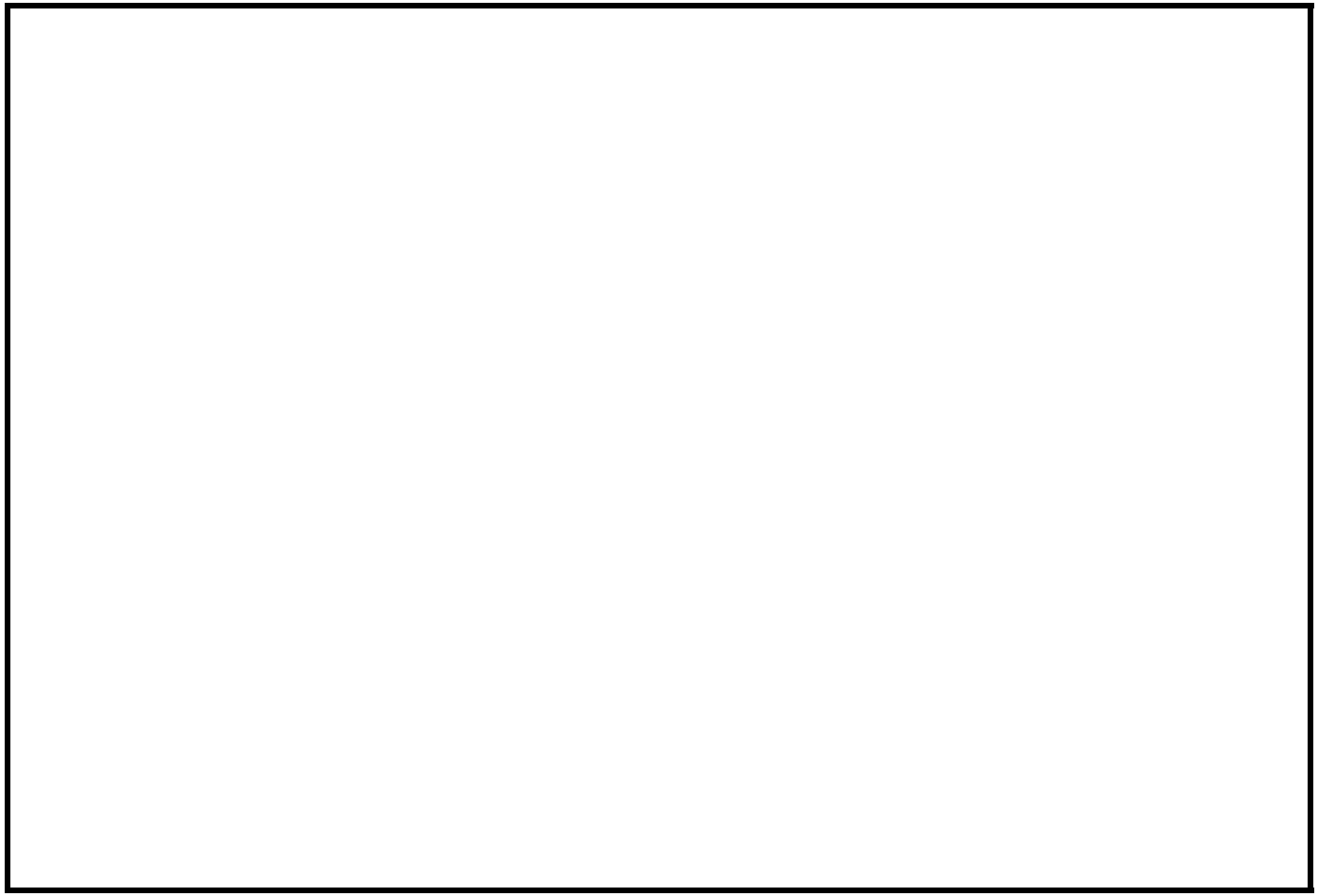
1+ Target individuati tramite indagine Sub Botton Profile

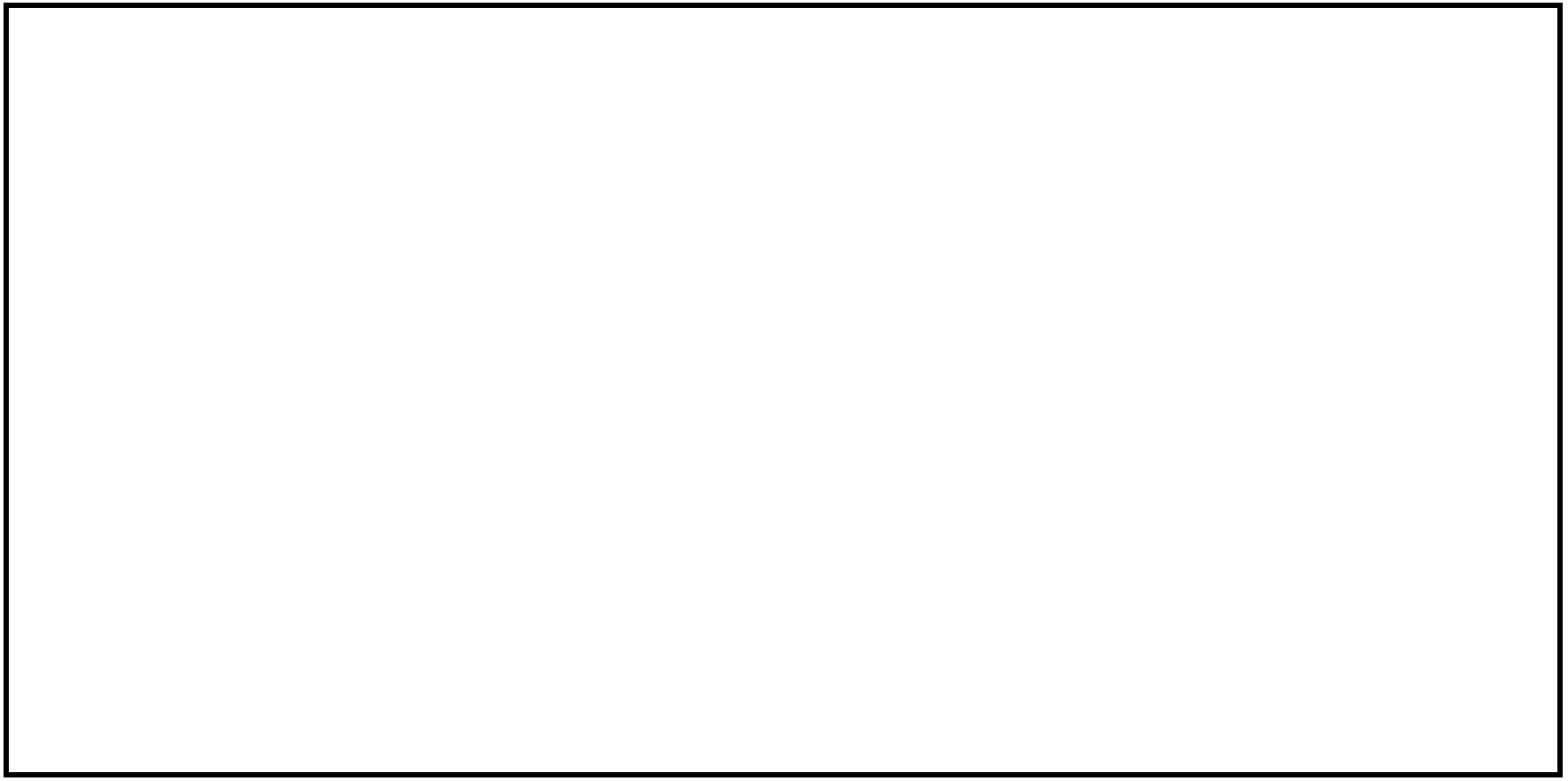
Escavo -5 m

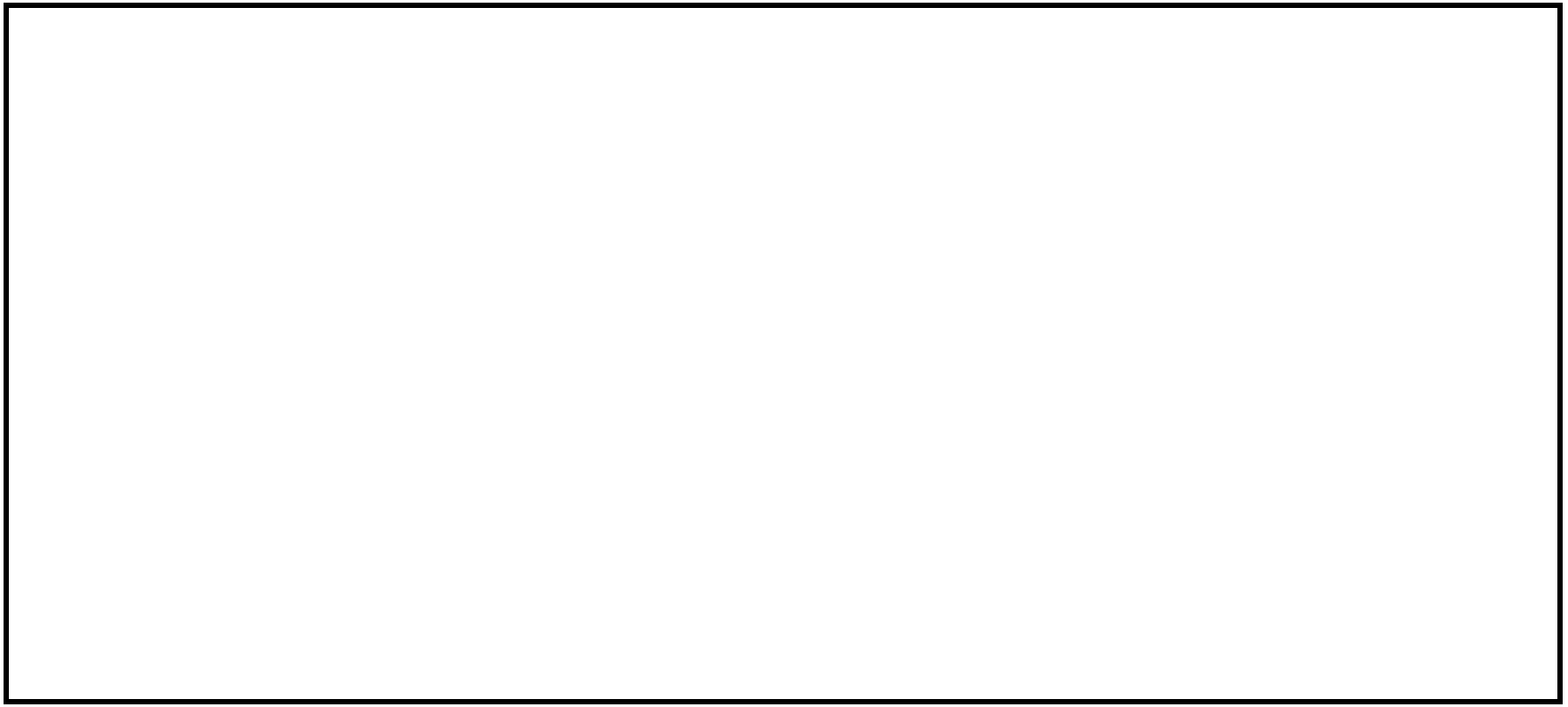
Escavo -3 m

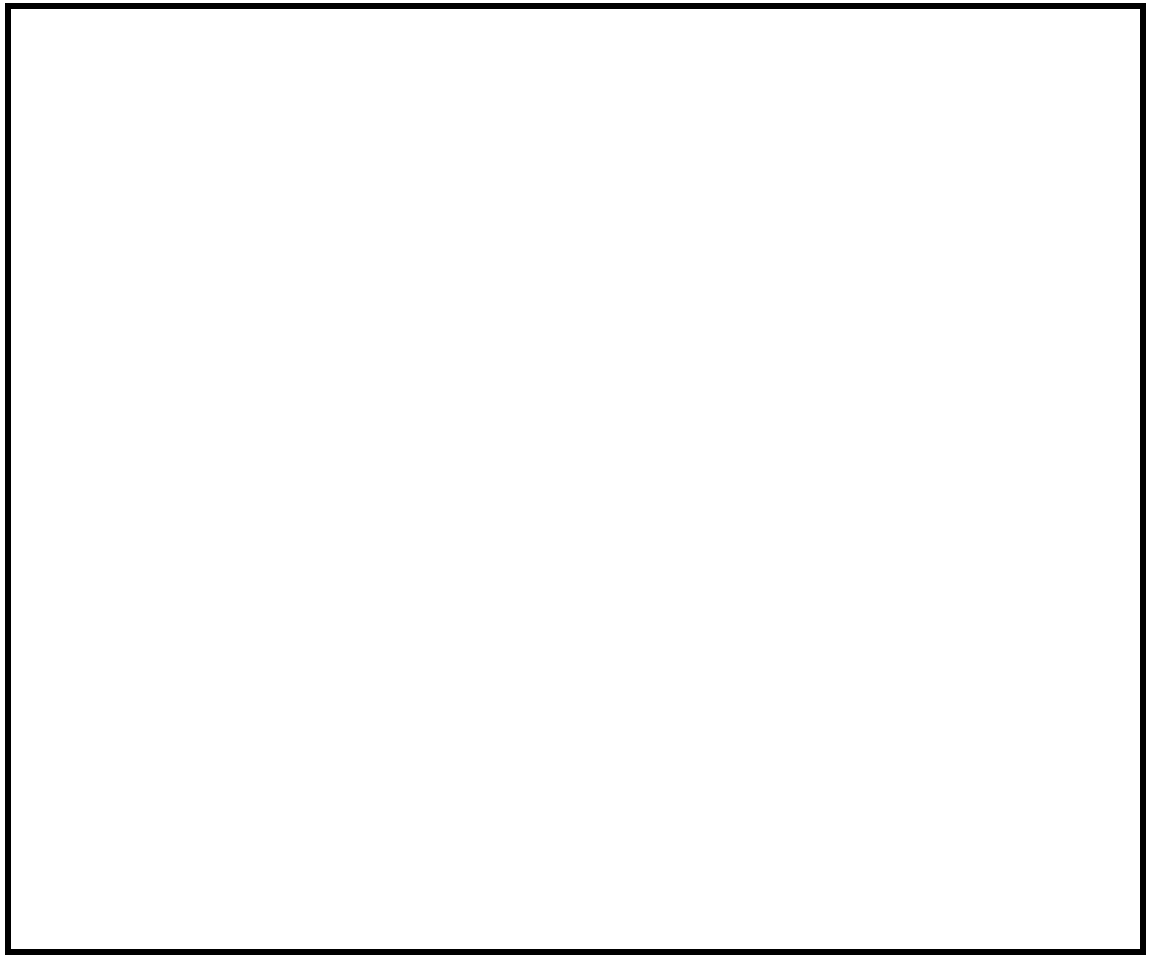
Escavo -2 m

Area interessata dai lavori di realizzazione di “Marina di Archimede”

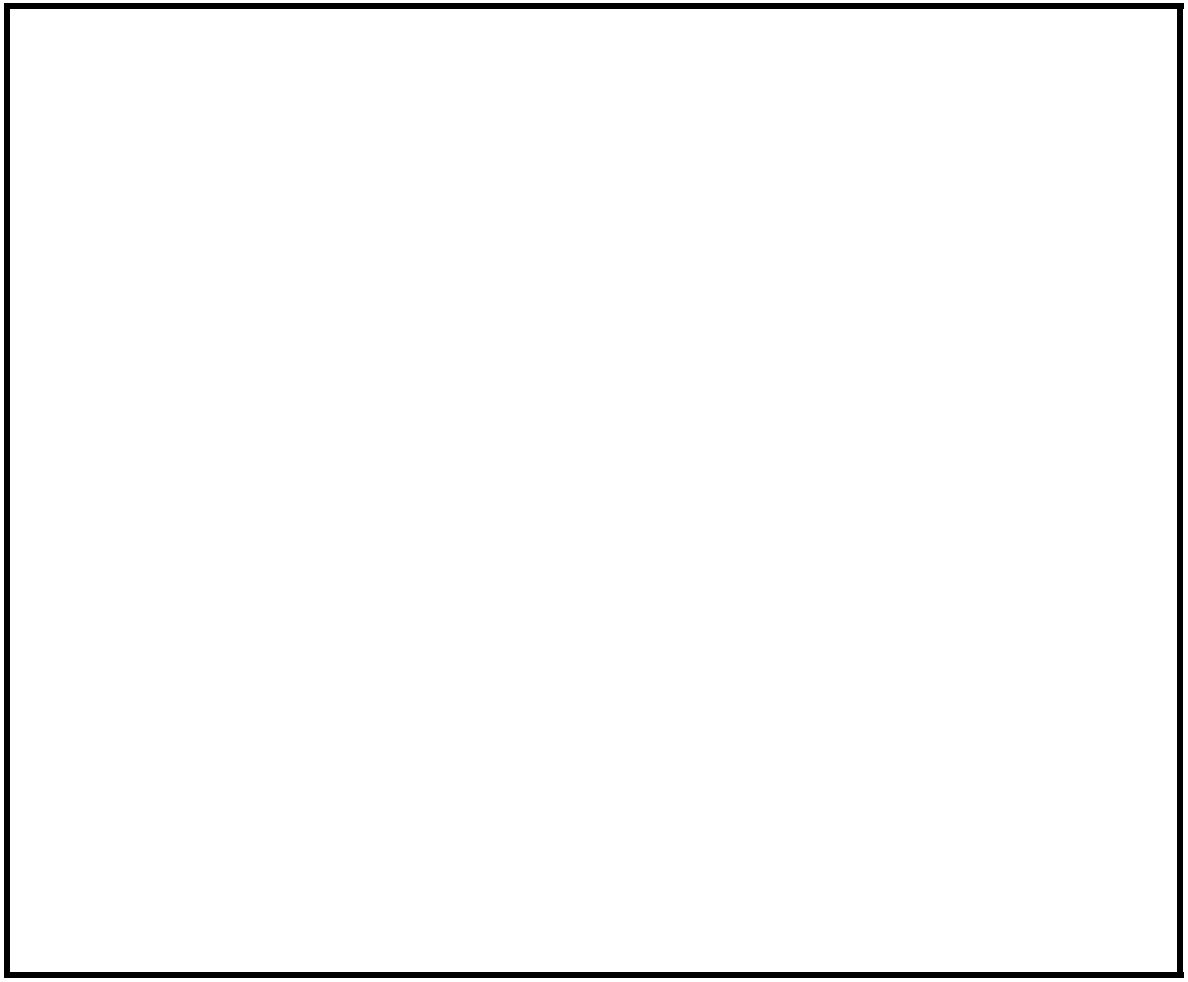




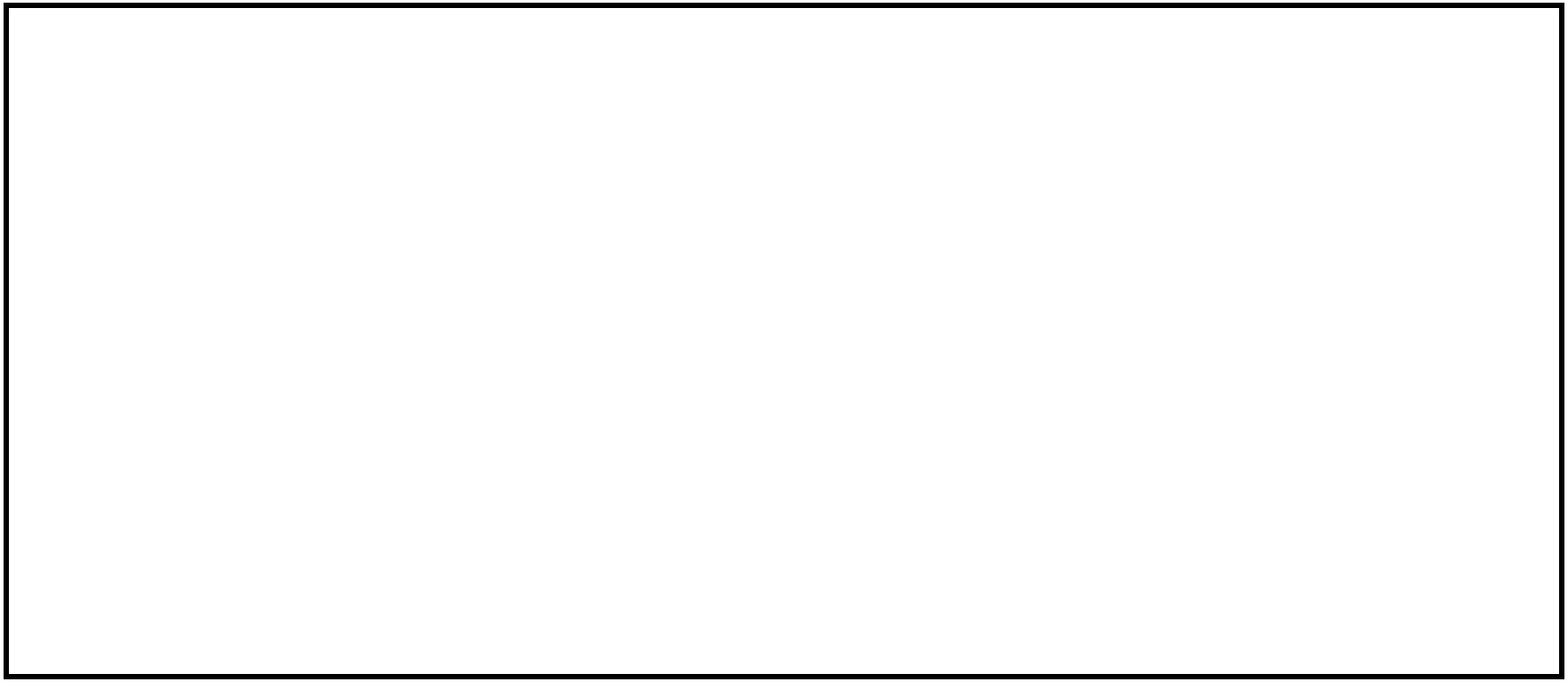


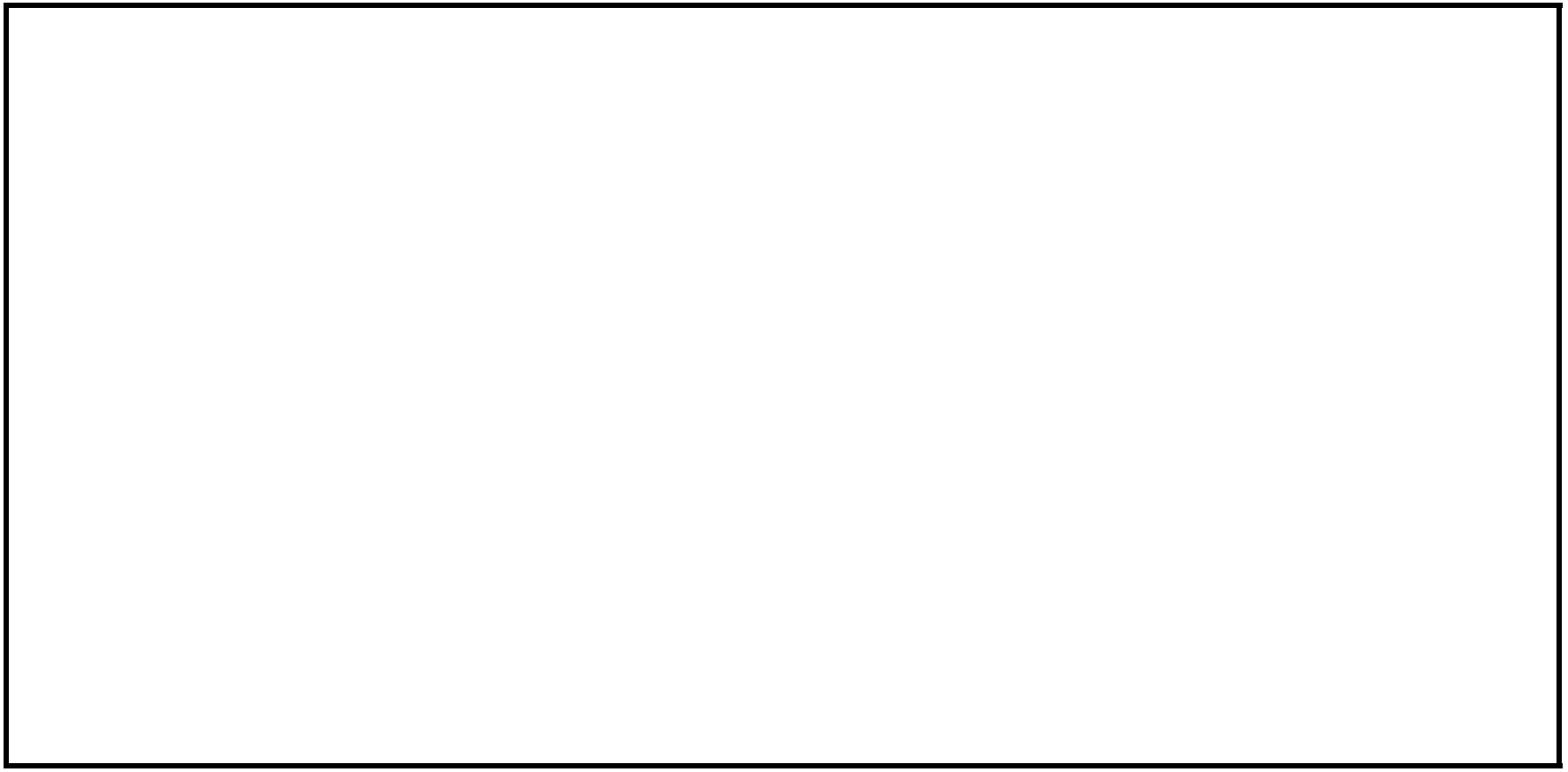


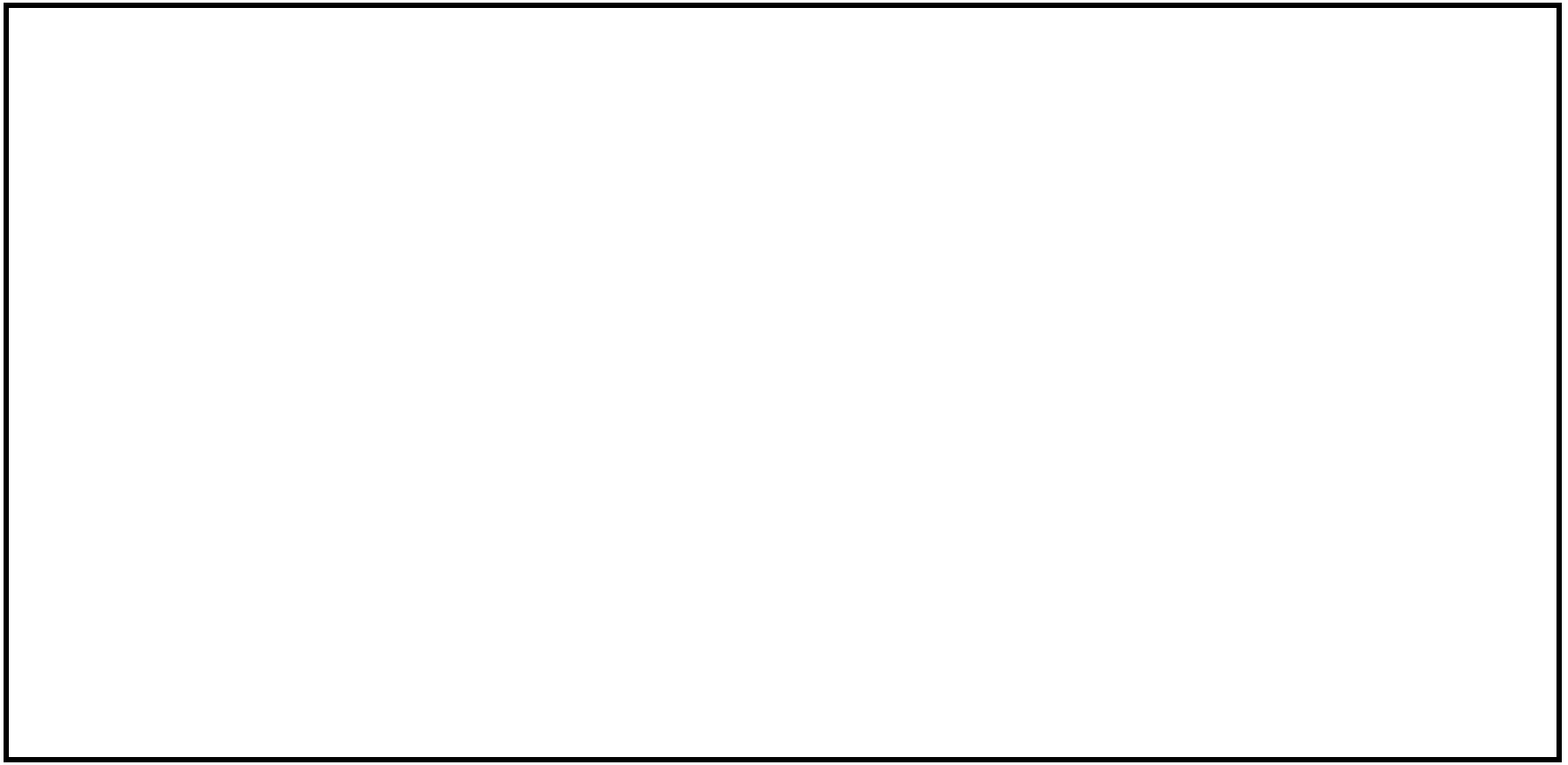
Dettaglio della linea SBP 61 che evidenzia il primo dei due target riconosciuti

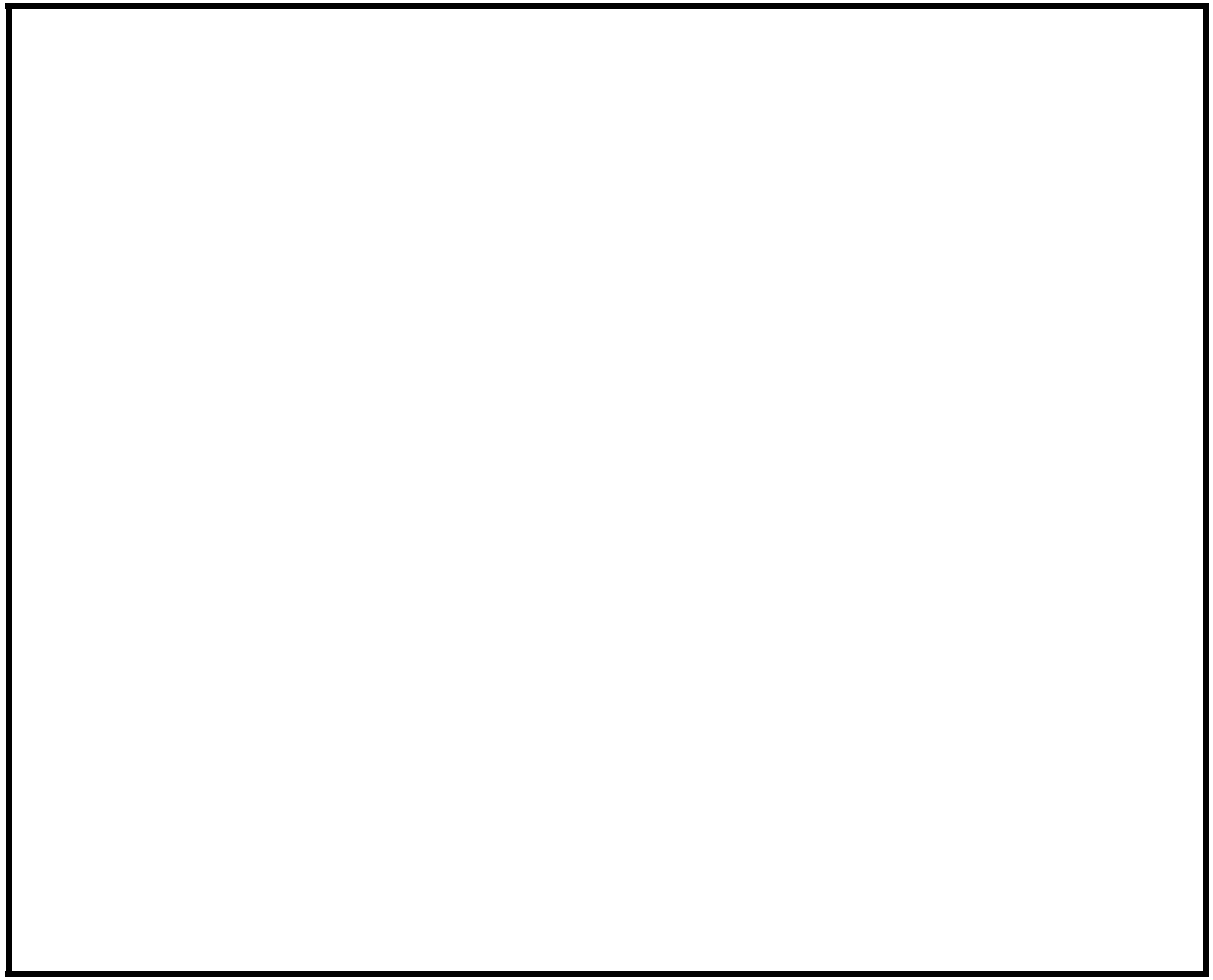


Dettaglio della linea SBP 61 che evidenzia il primo dei due target riconosciuti

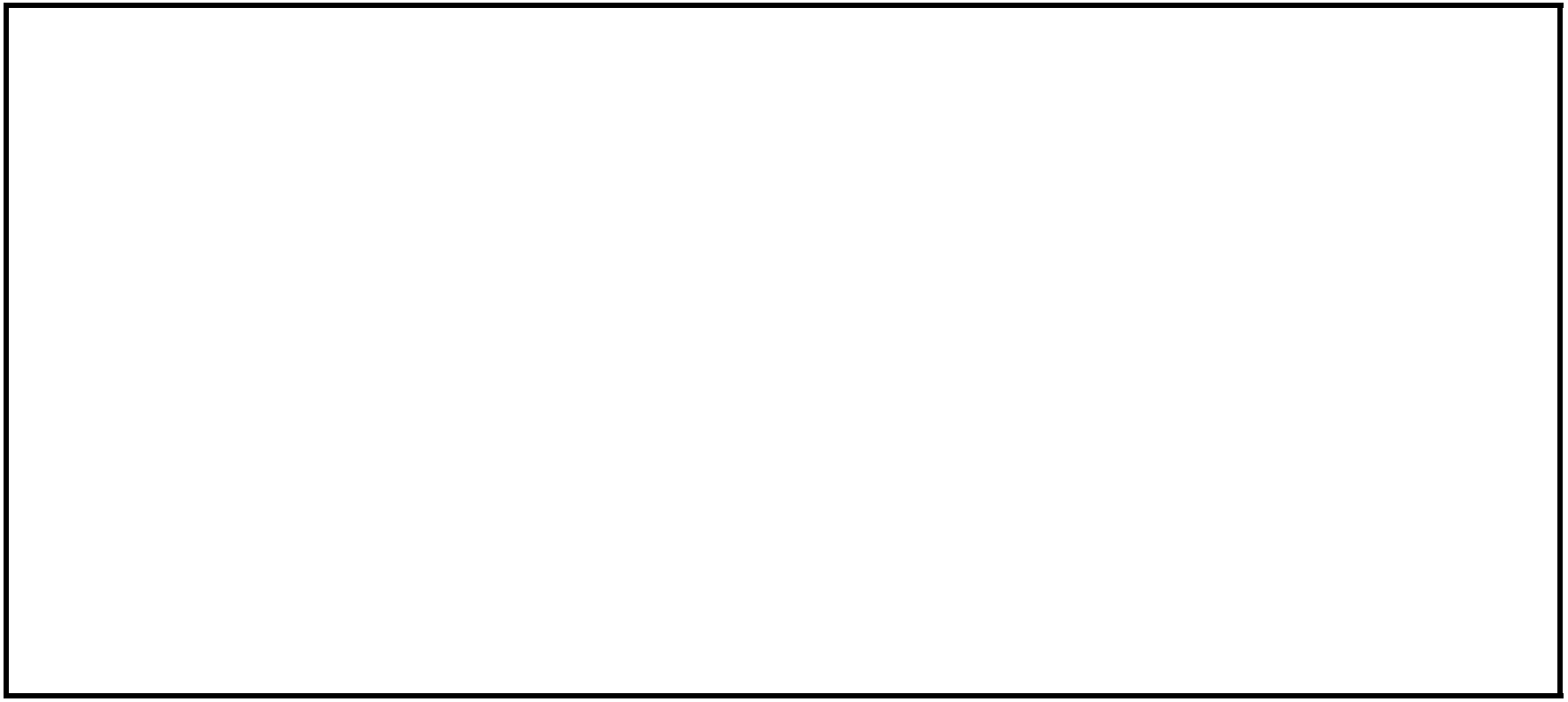


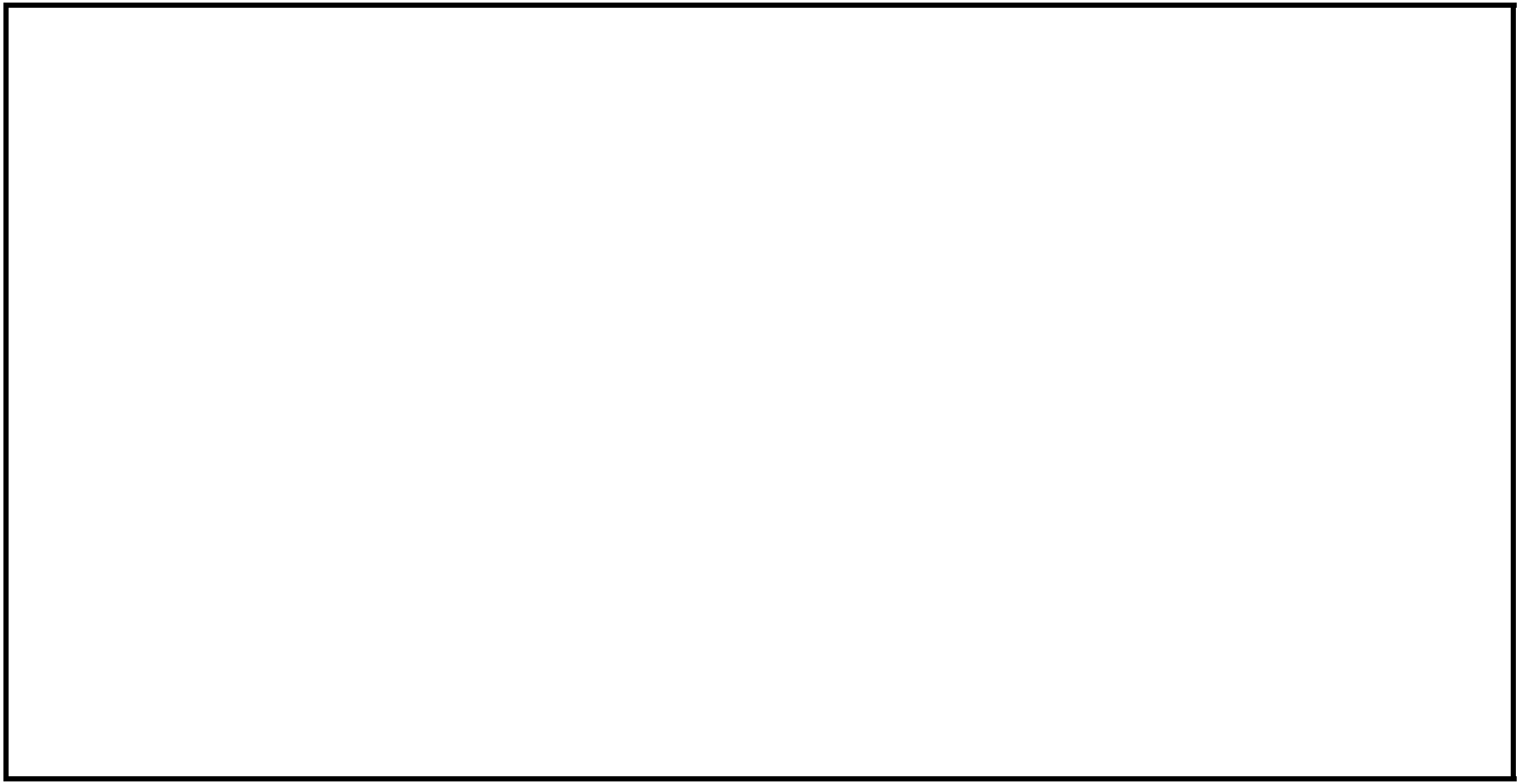


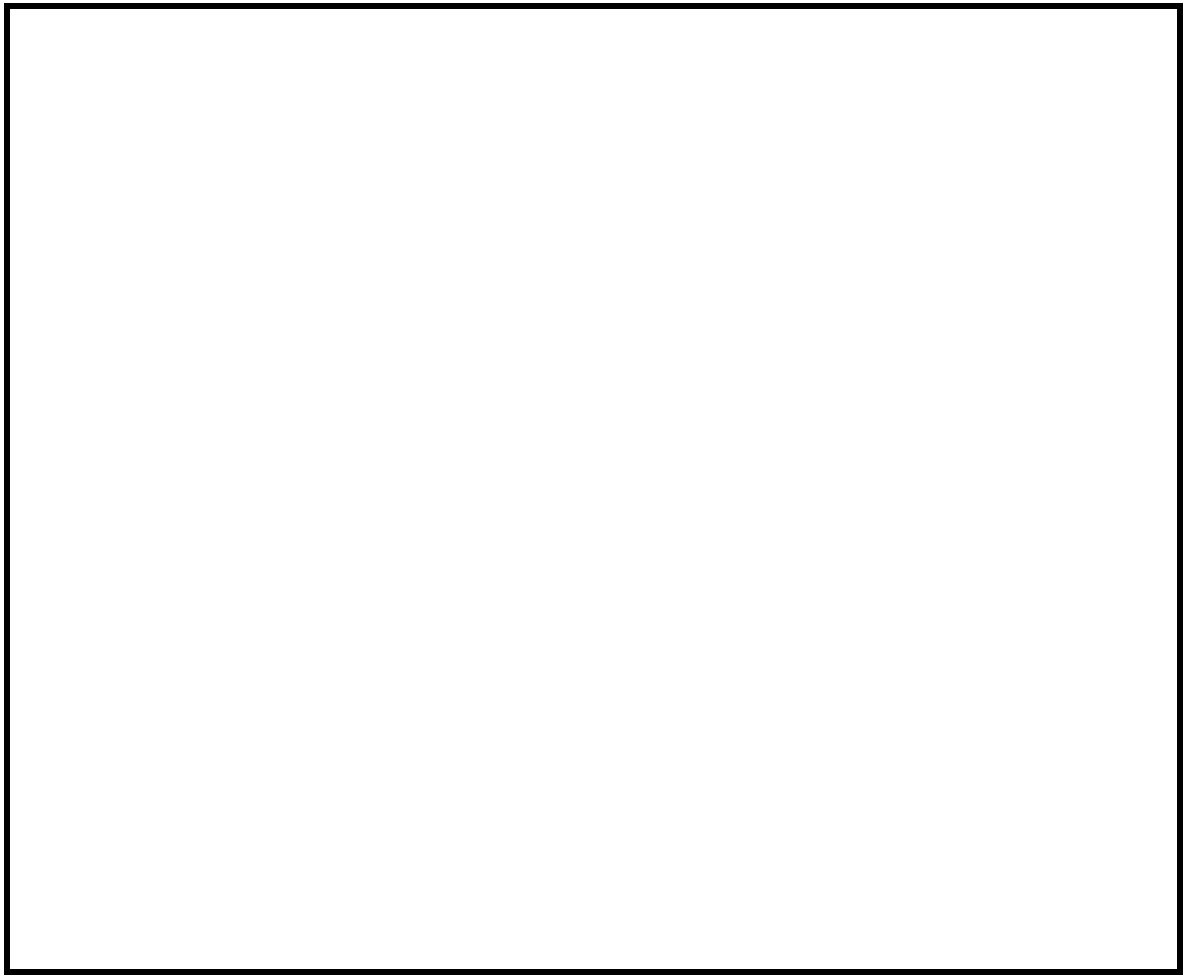




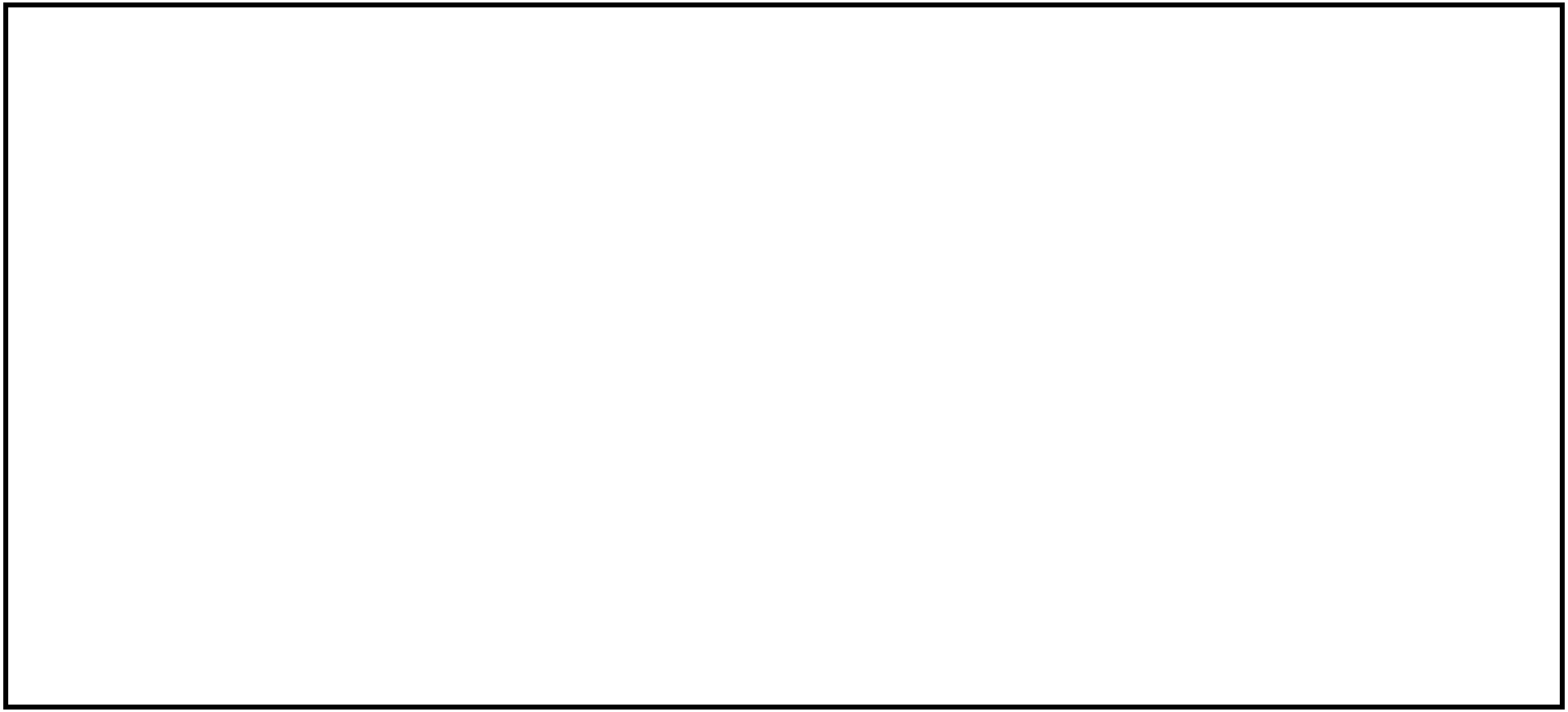
Dettaglio della linea SBP 58 che evidenzia il limite di unità ipotizzato come un paleo-canale colmato dai sedimenti

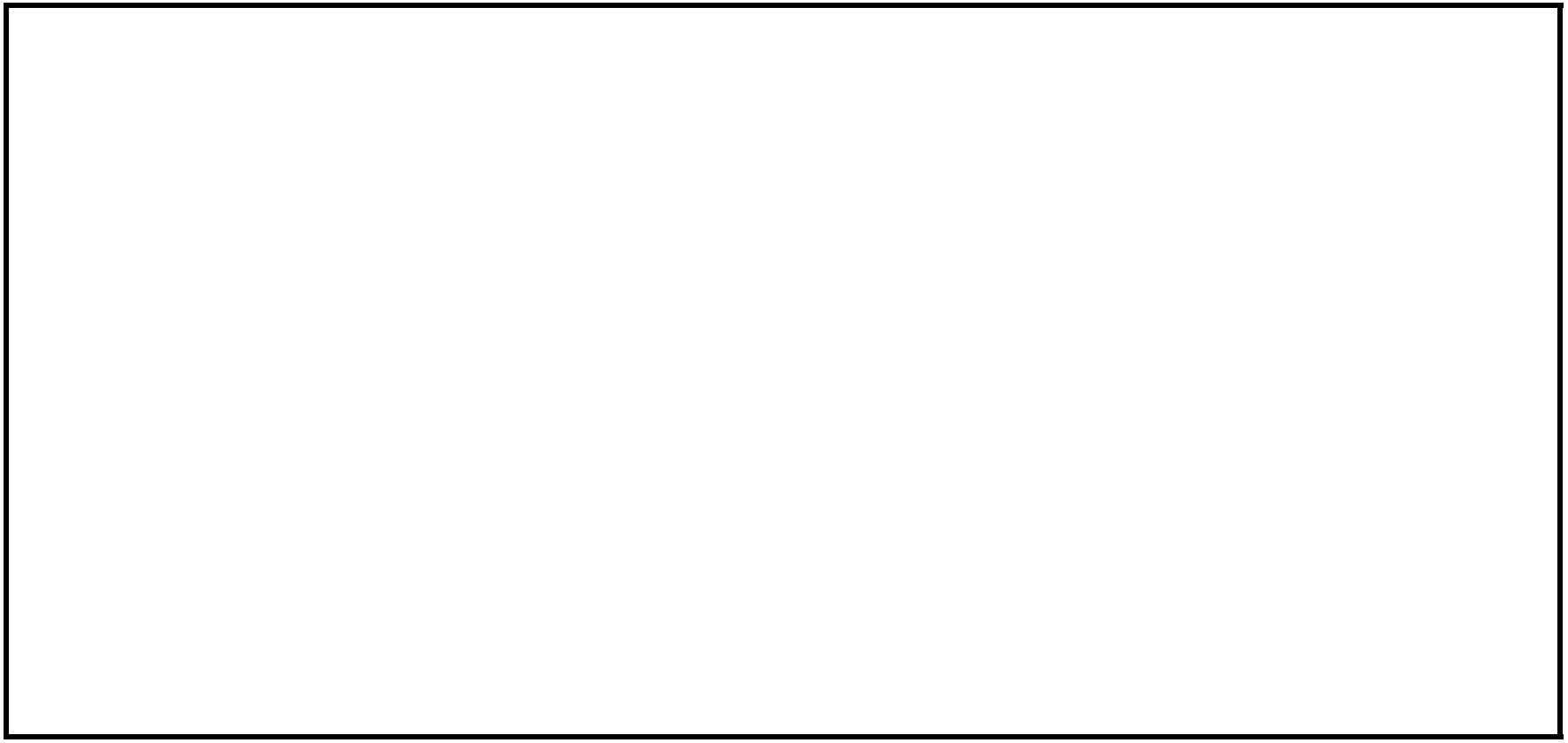


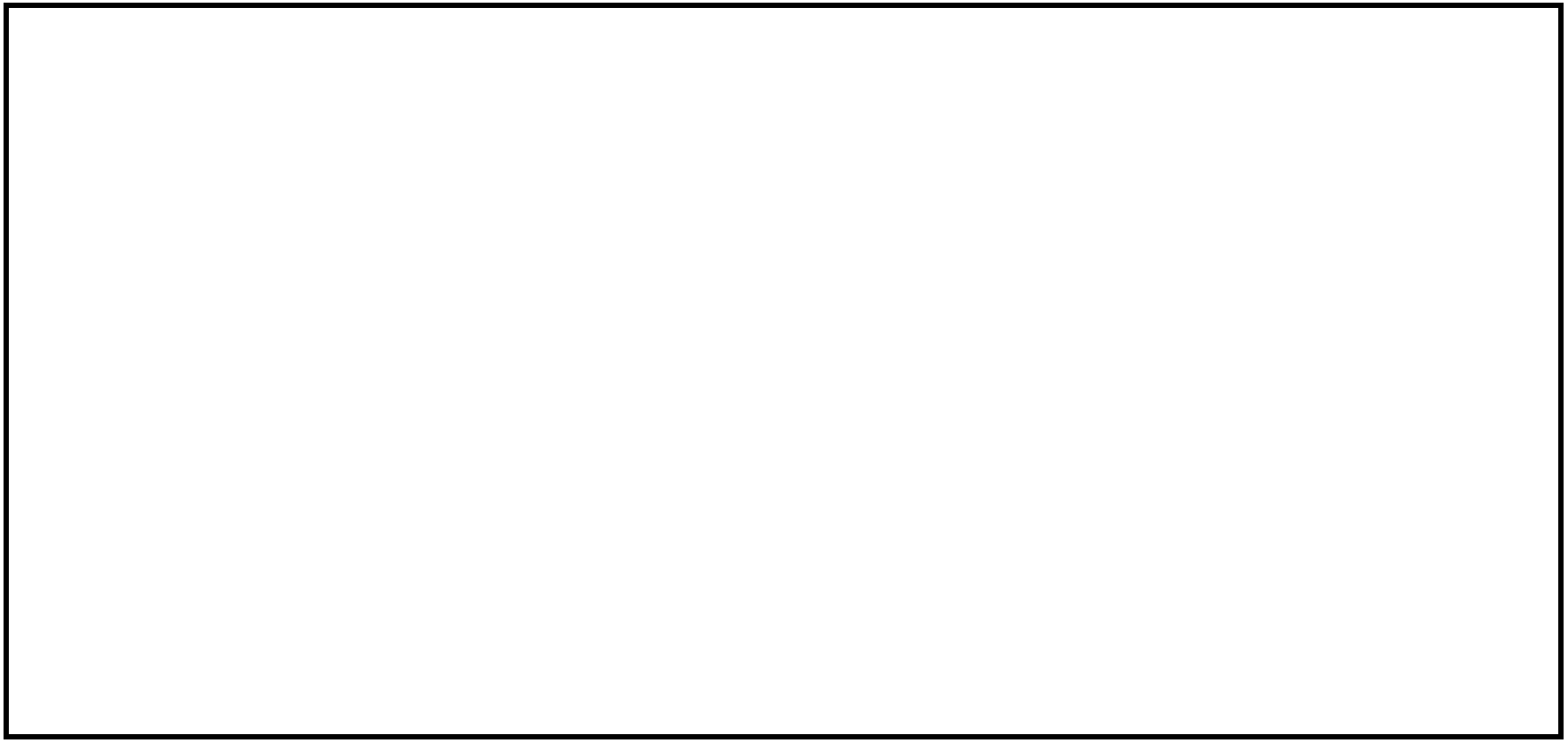


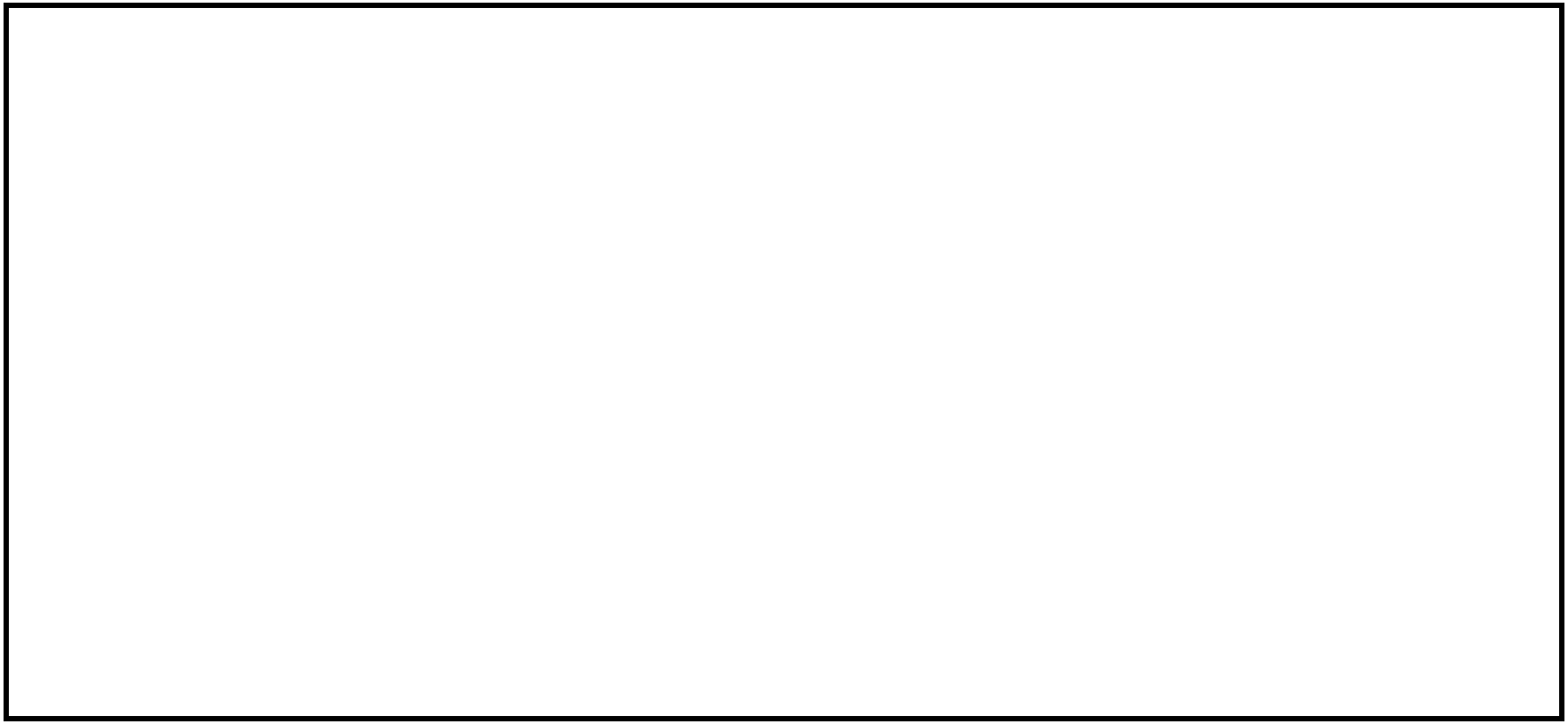


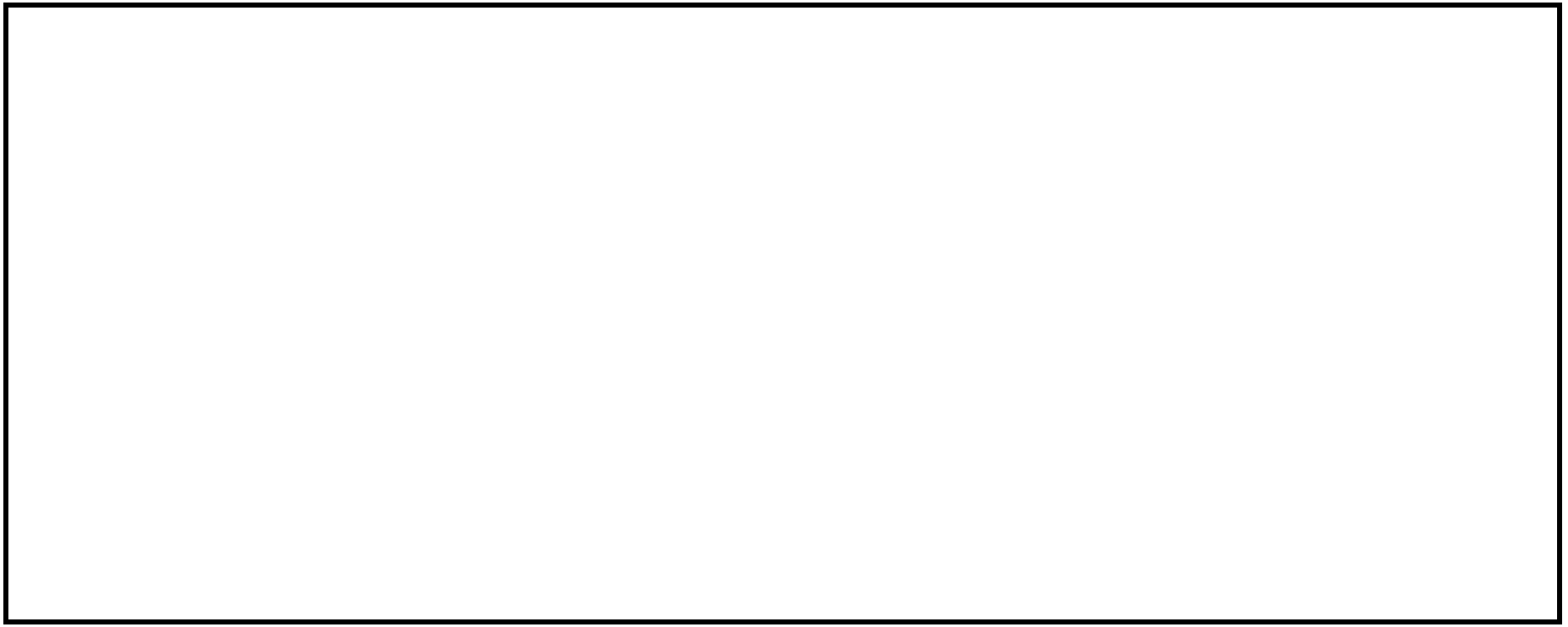
Dettaglio della linea SBP 56

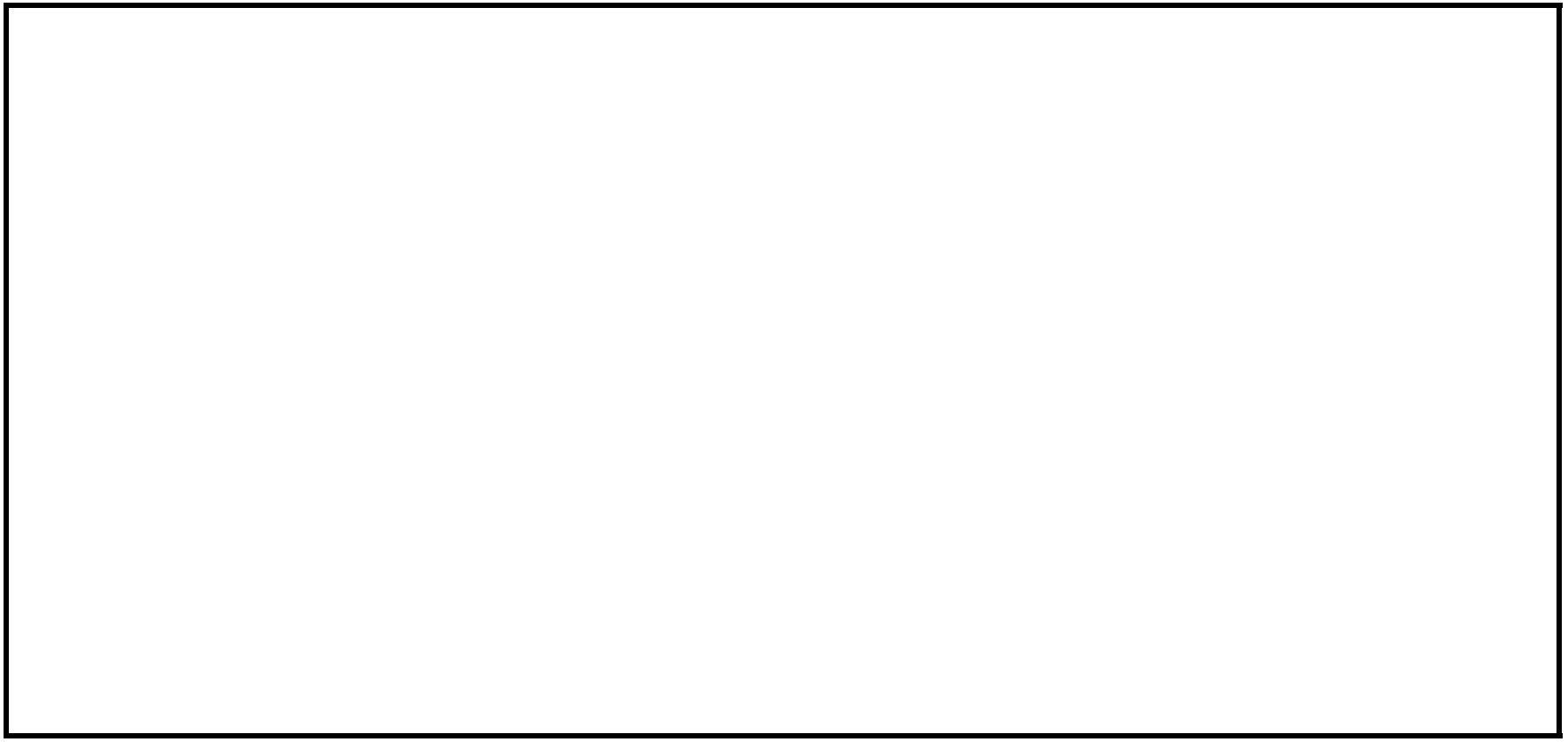


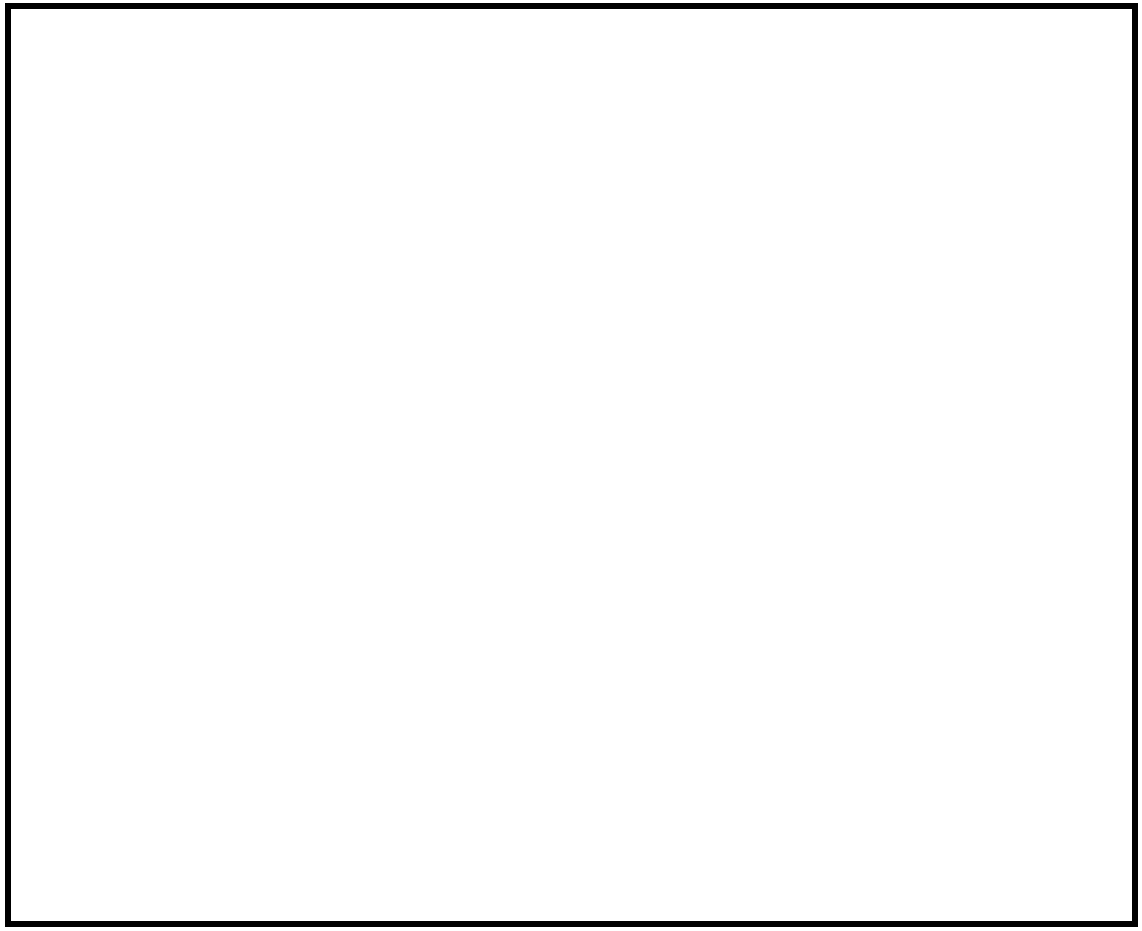




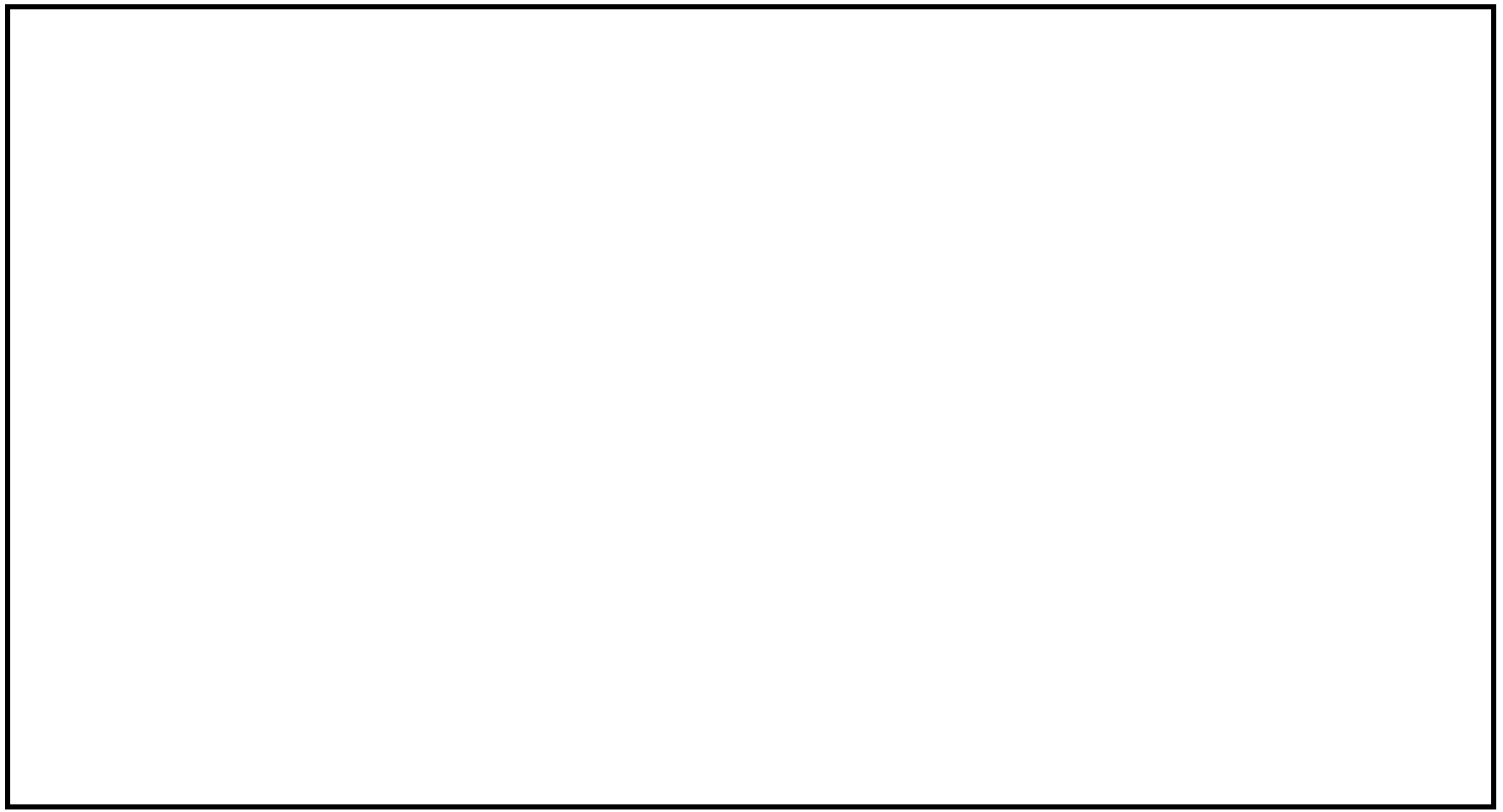


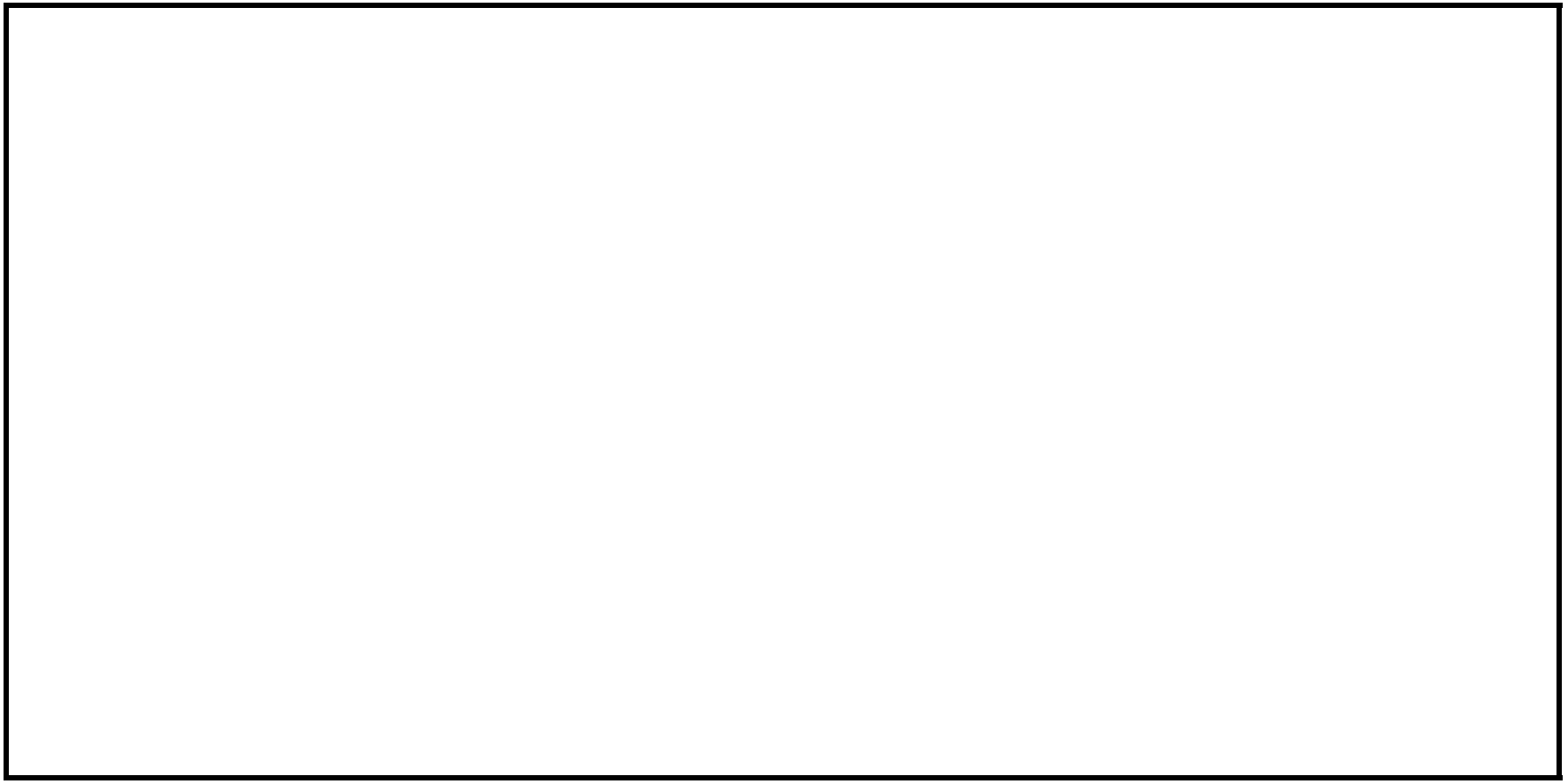


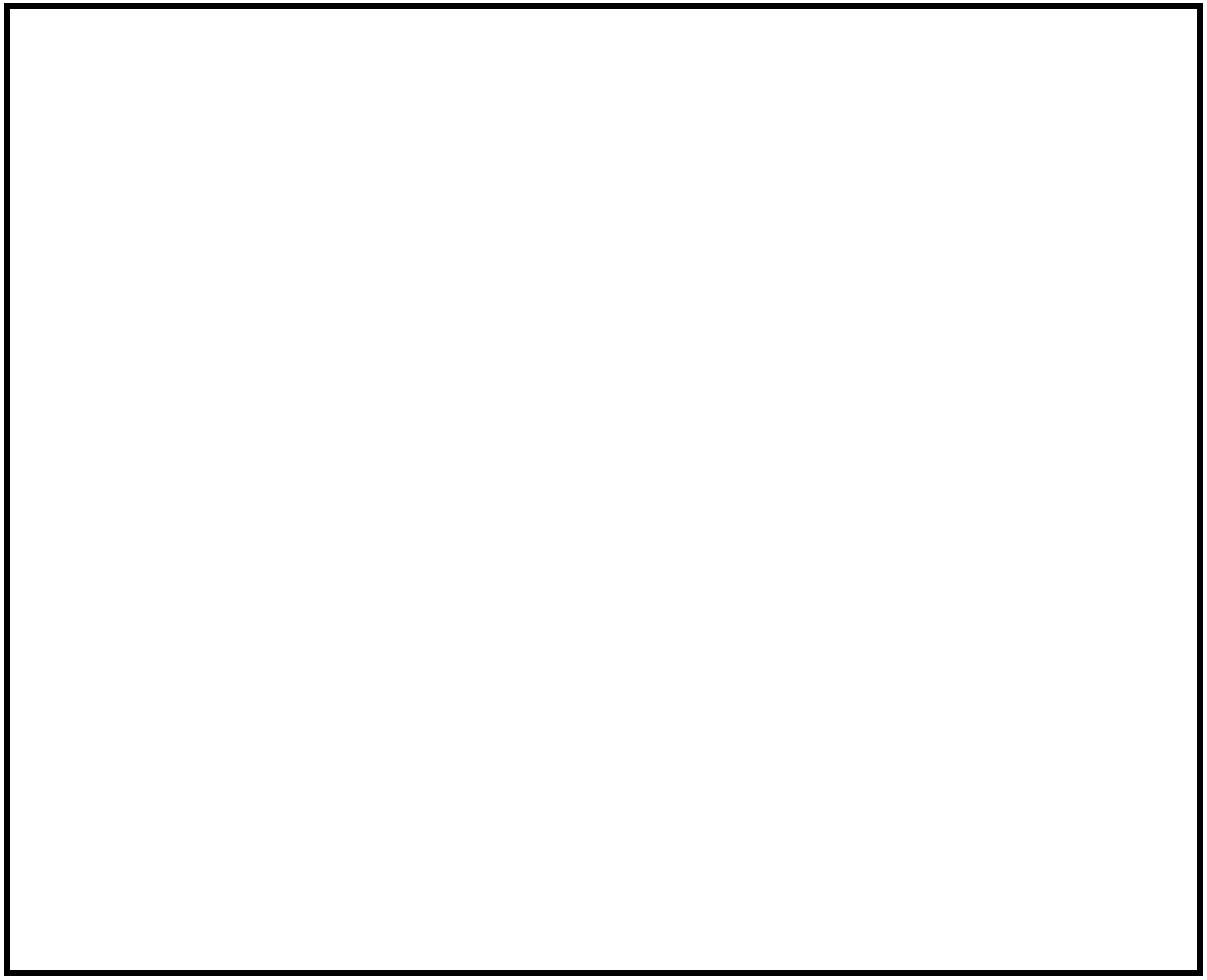




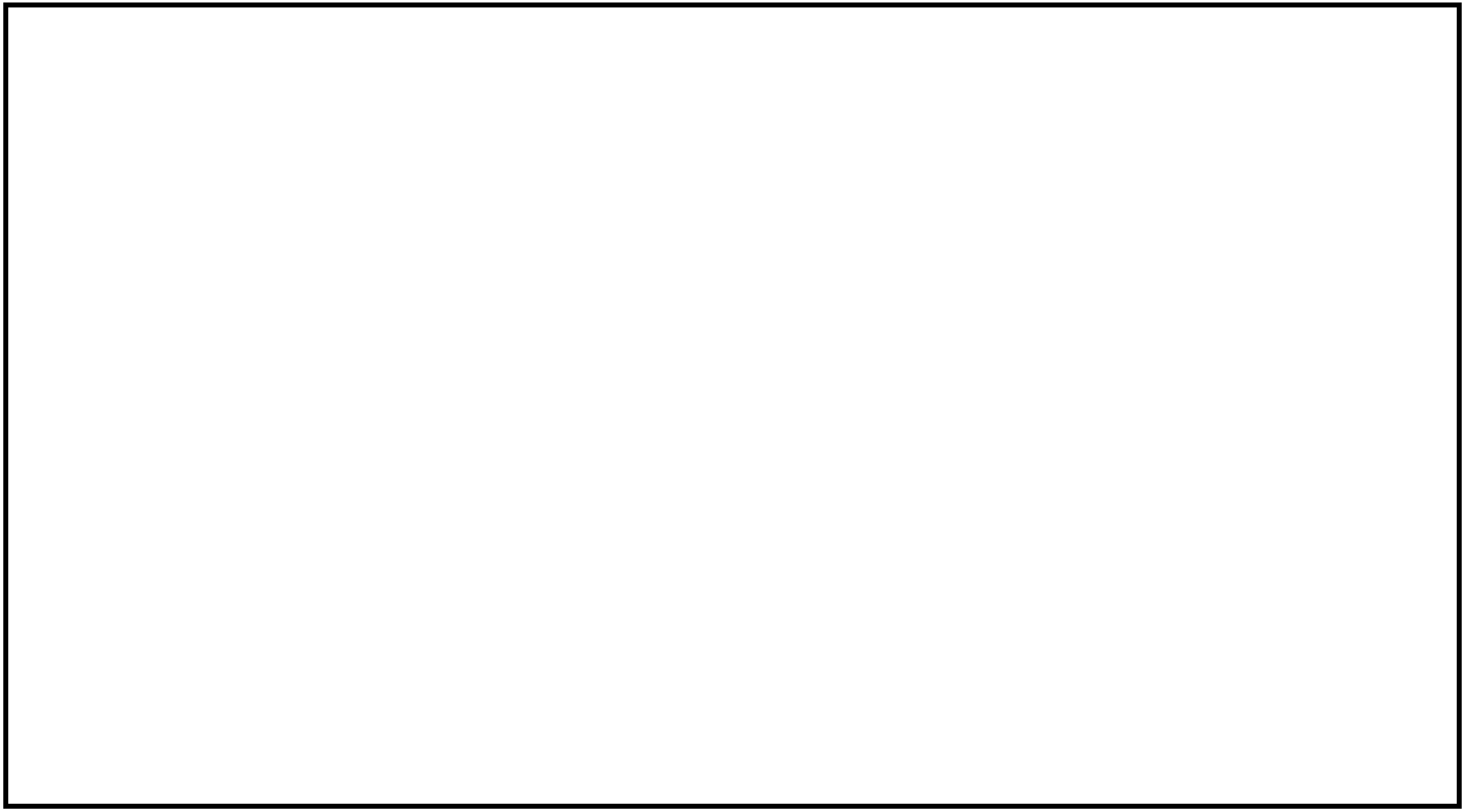
Dettaglio della linea SBP 50



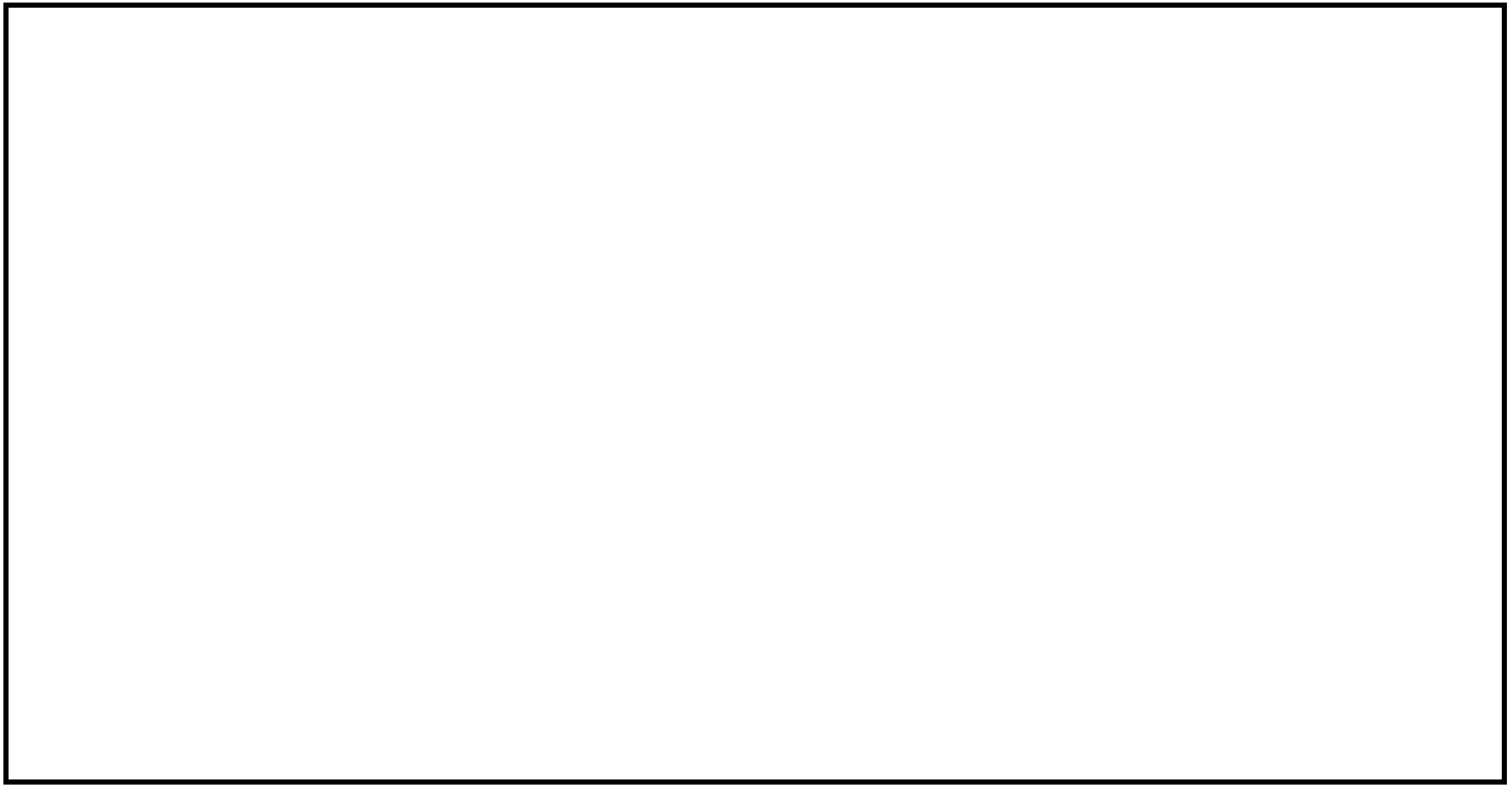


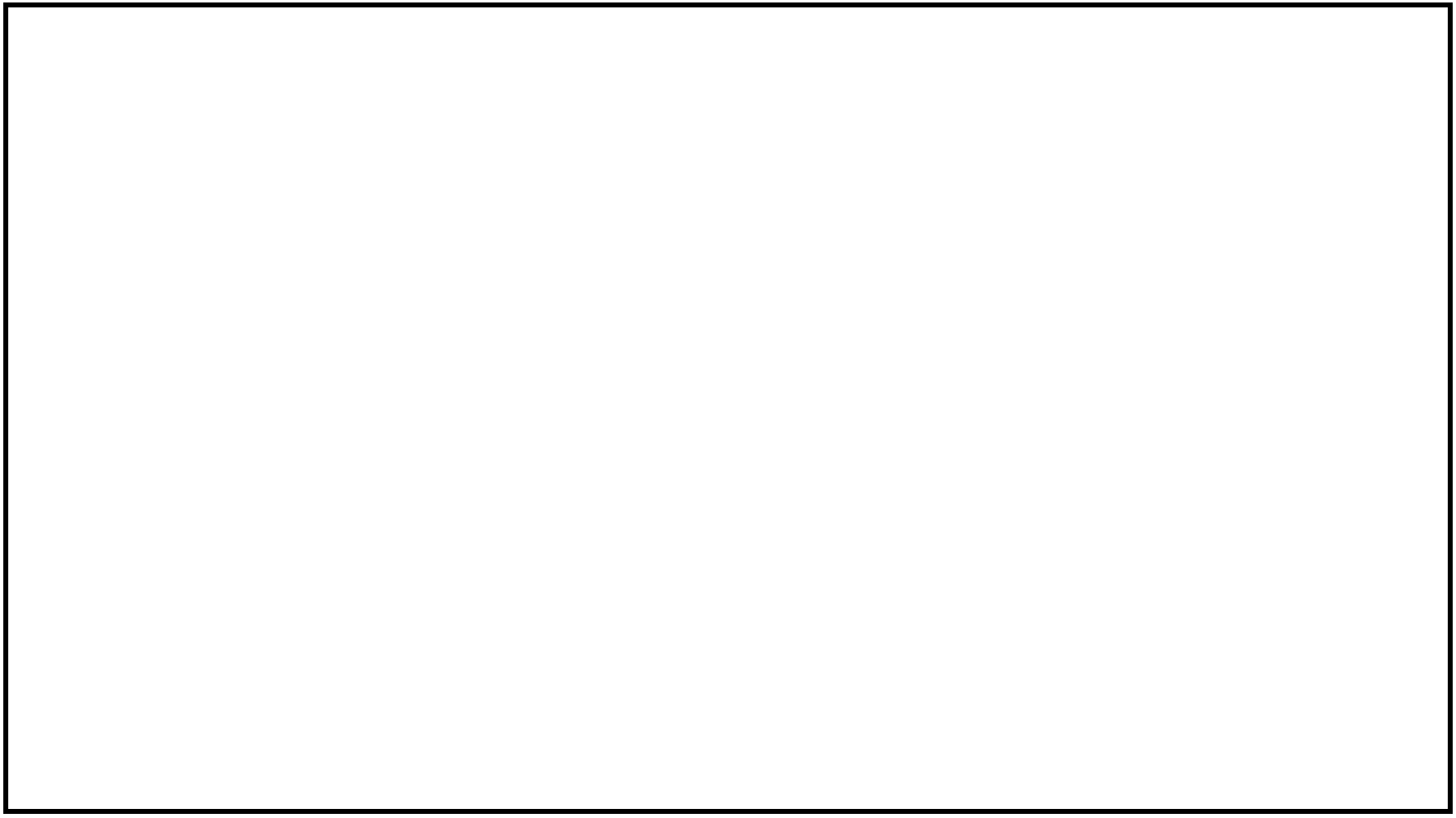


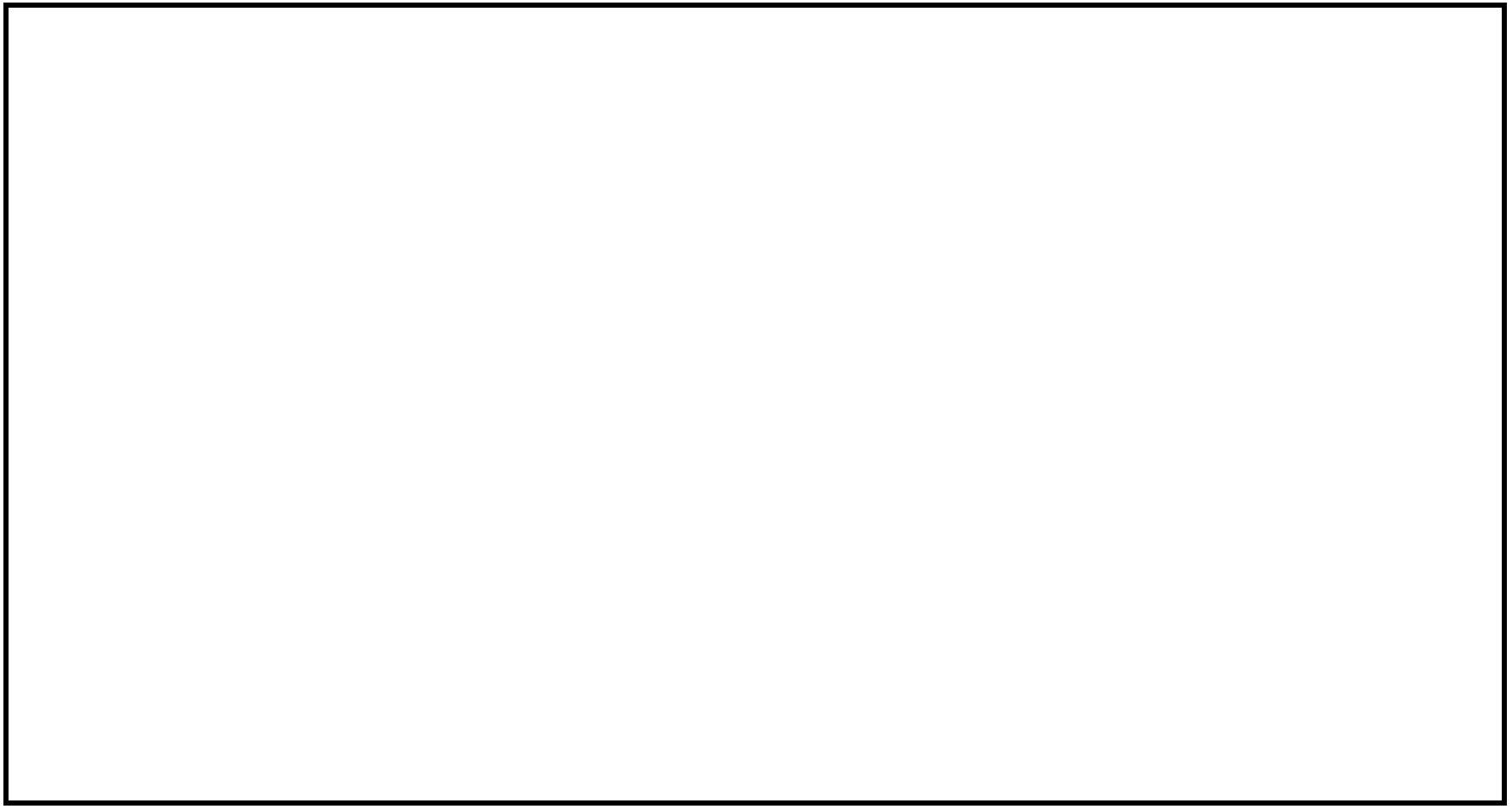
Dettaglio della linea SBP 48

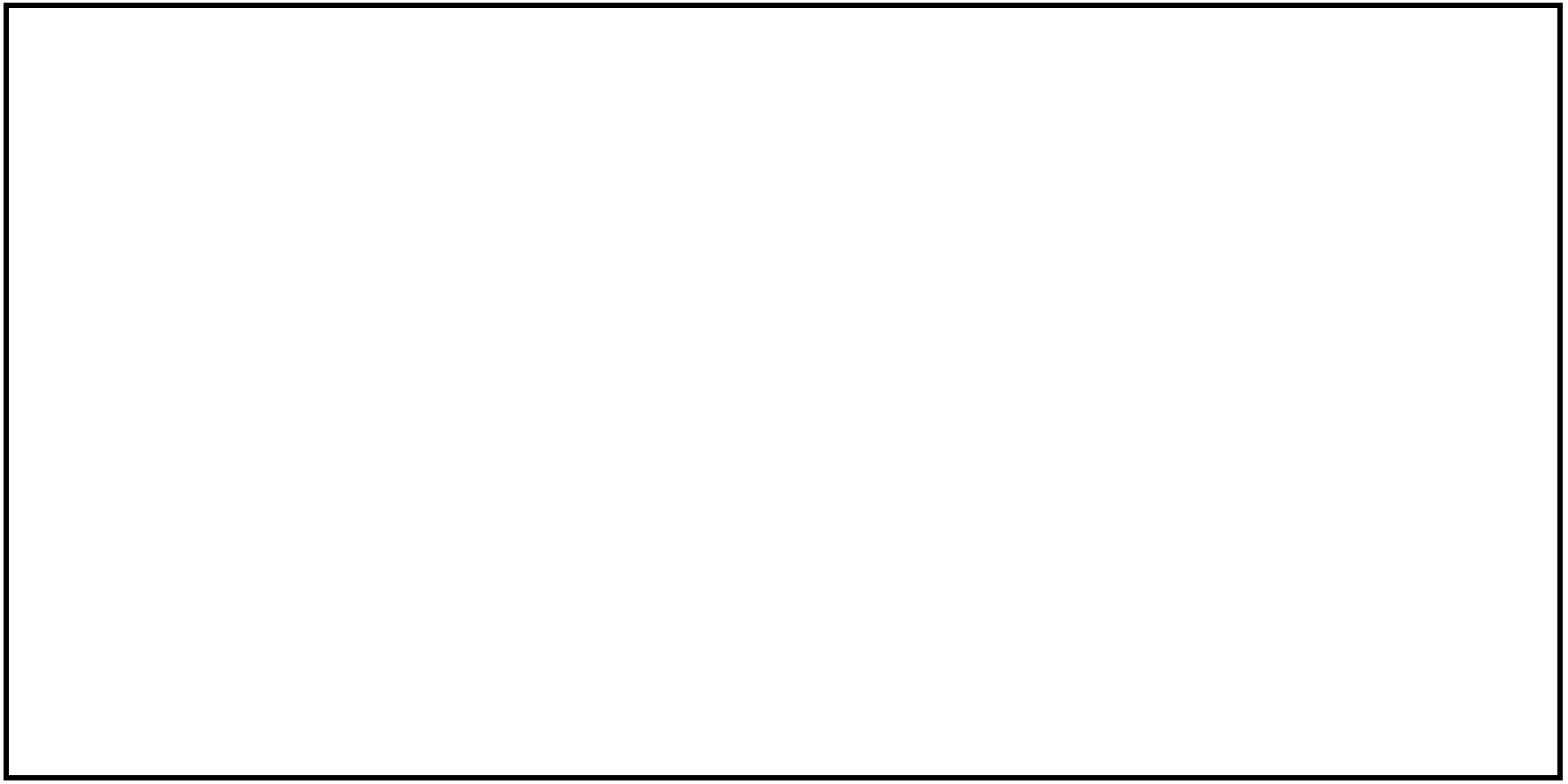


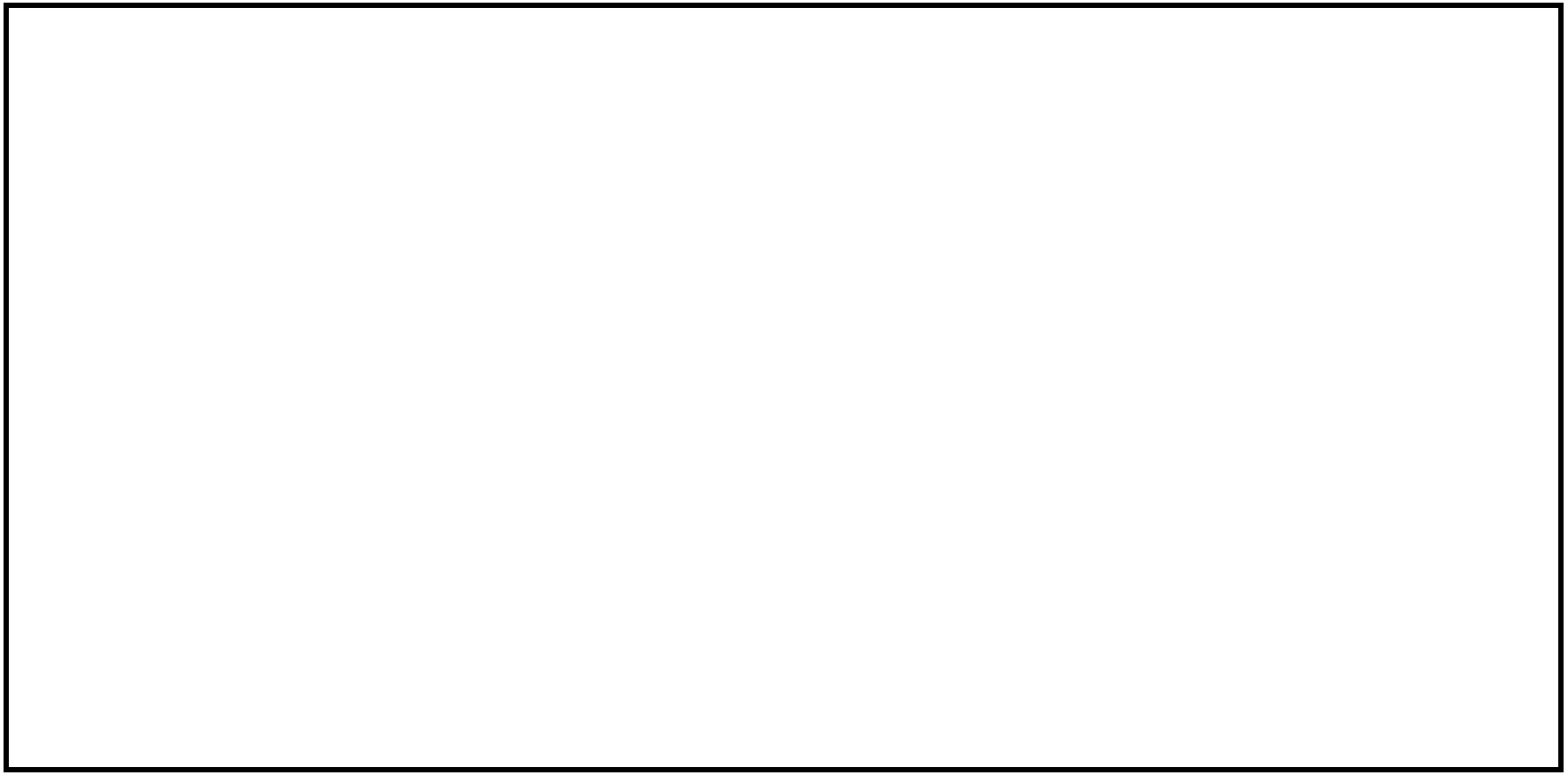
Dettaglio della linea SBP 47 che evidenzia uno dei due target riconosciuti (ID: 3)

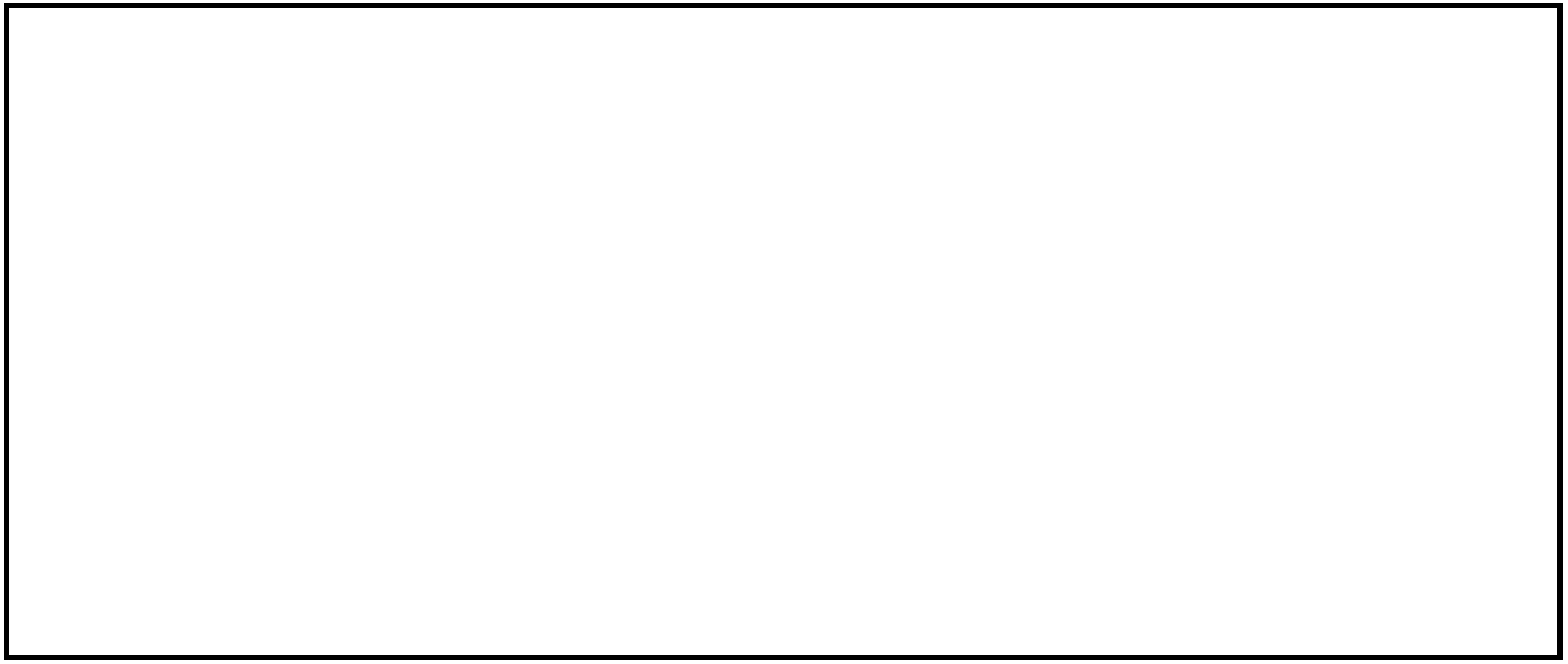




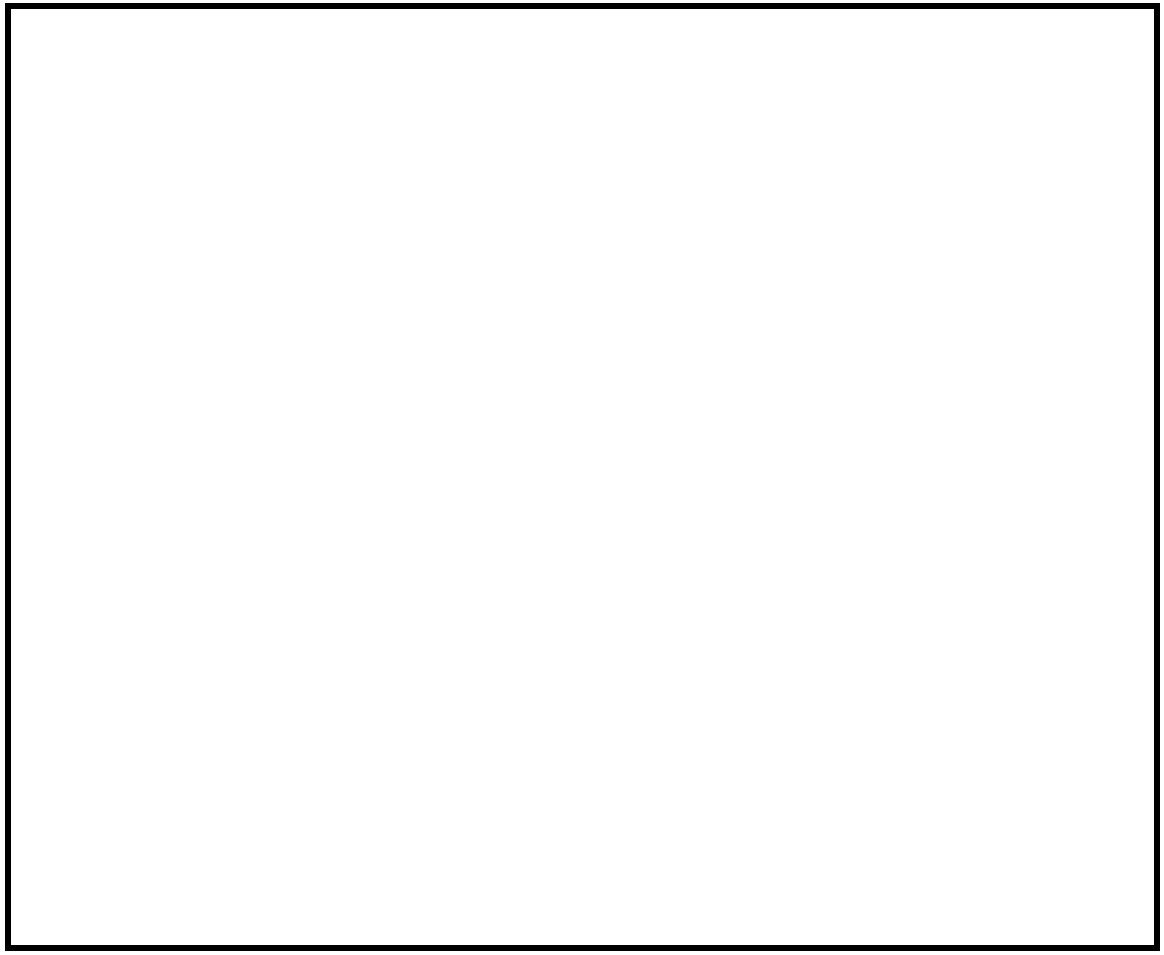






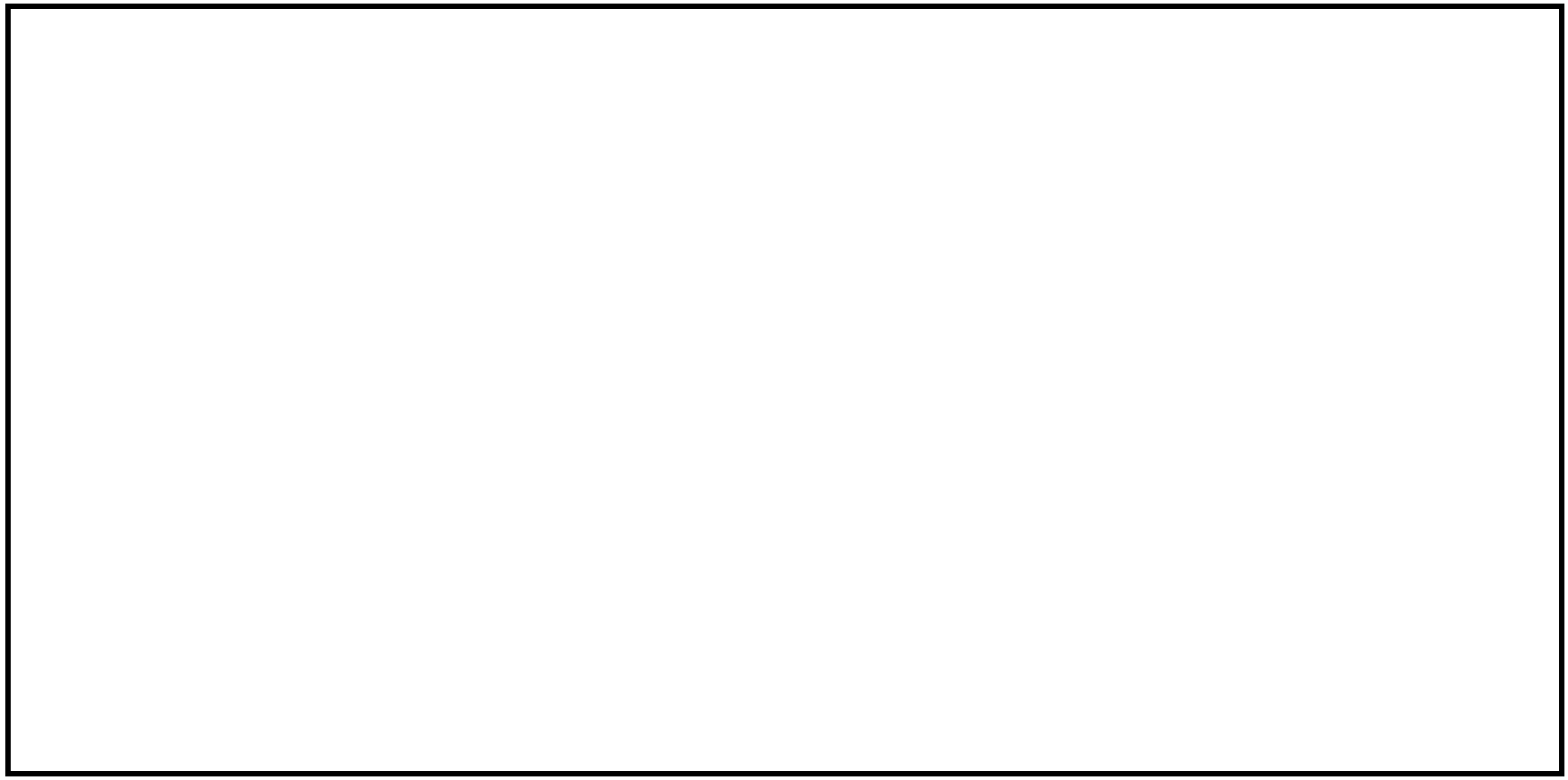


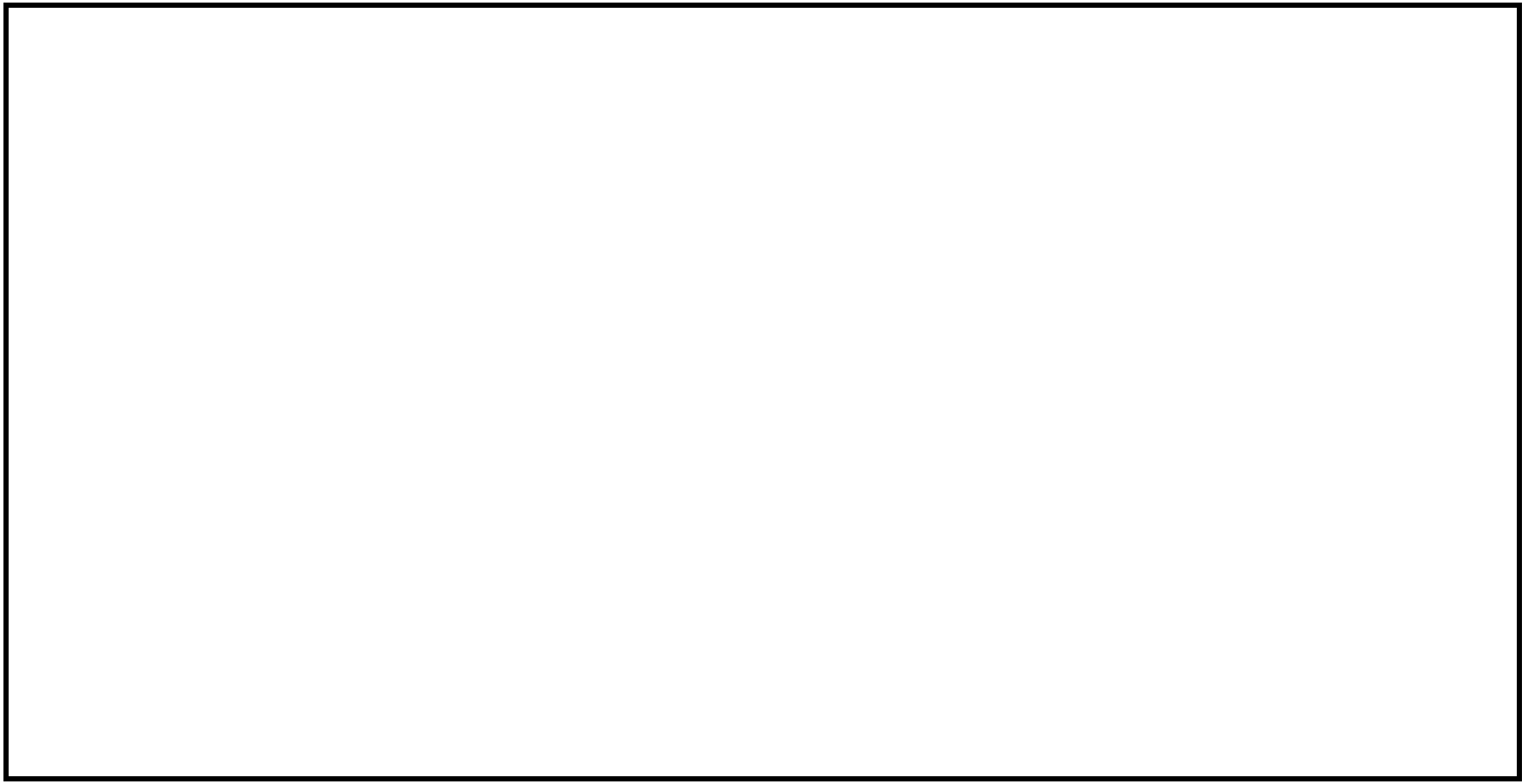
Line SBP 41 si noti il “canale” presente al centro del profilo sbp.

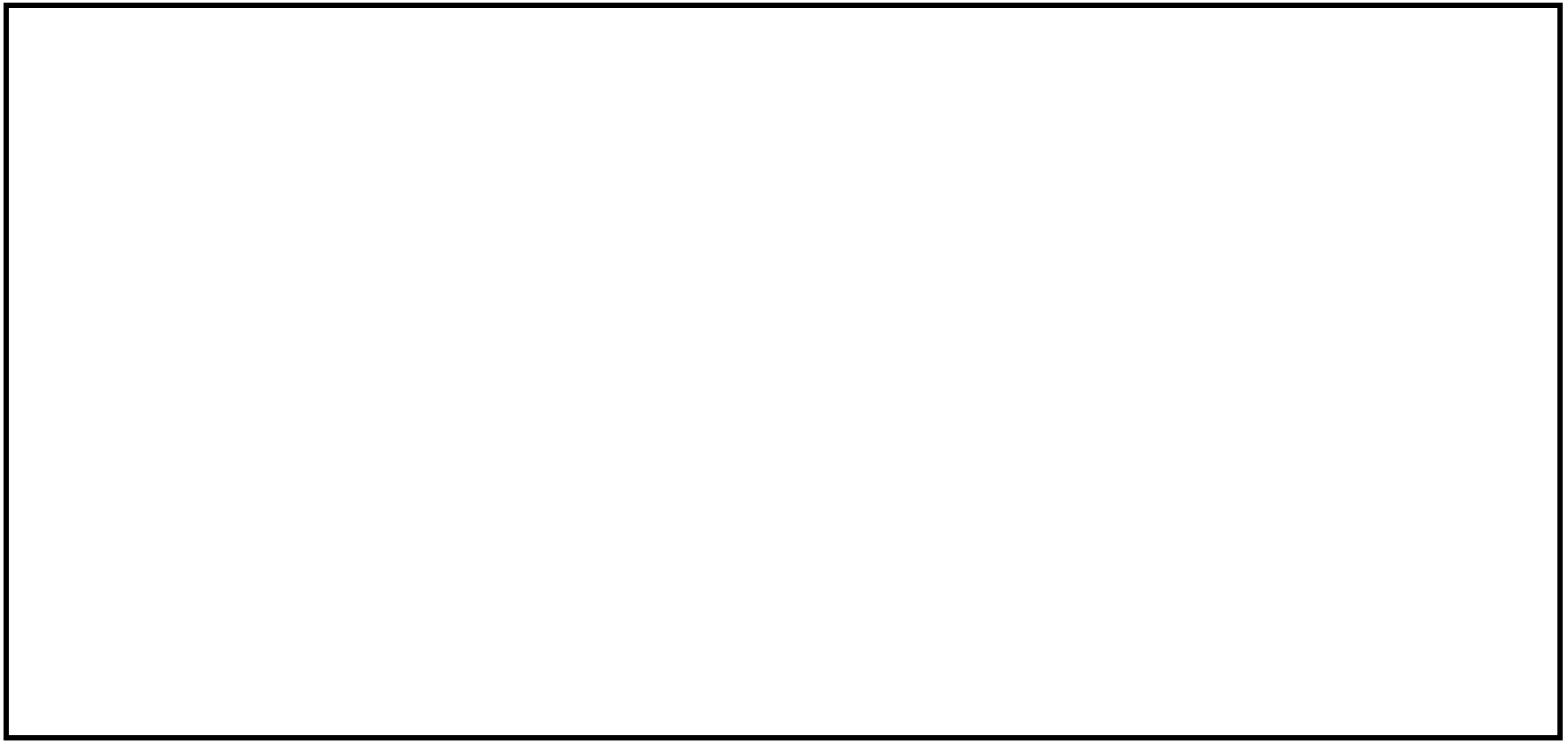


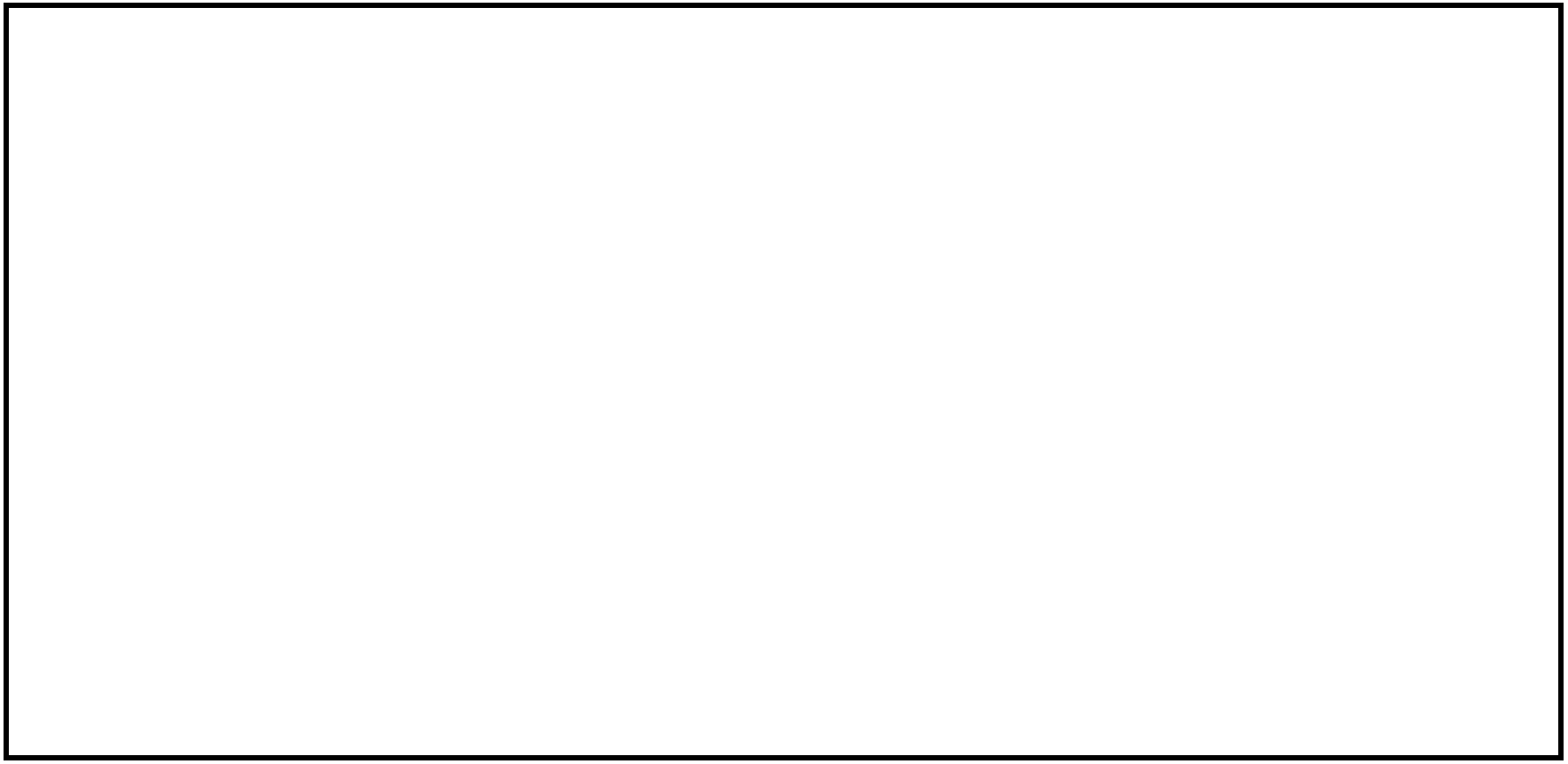
Dettaglio della linea SBP 41

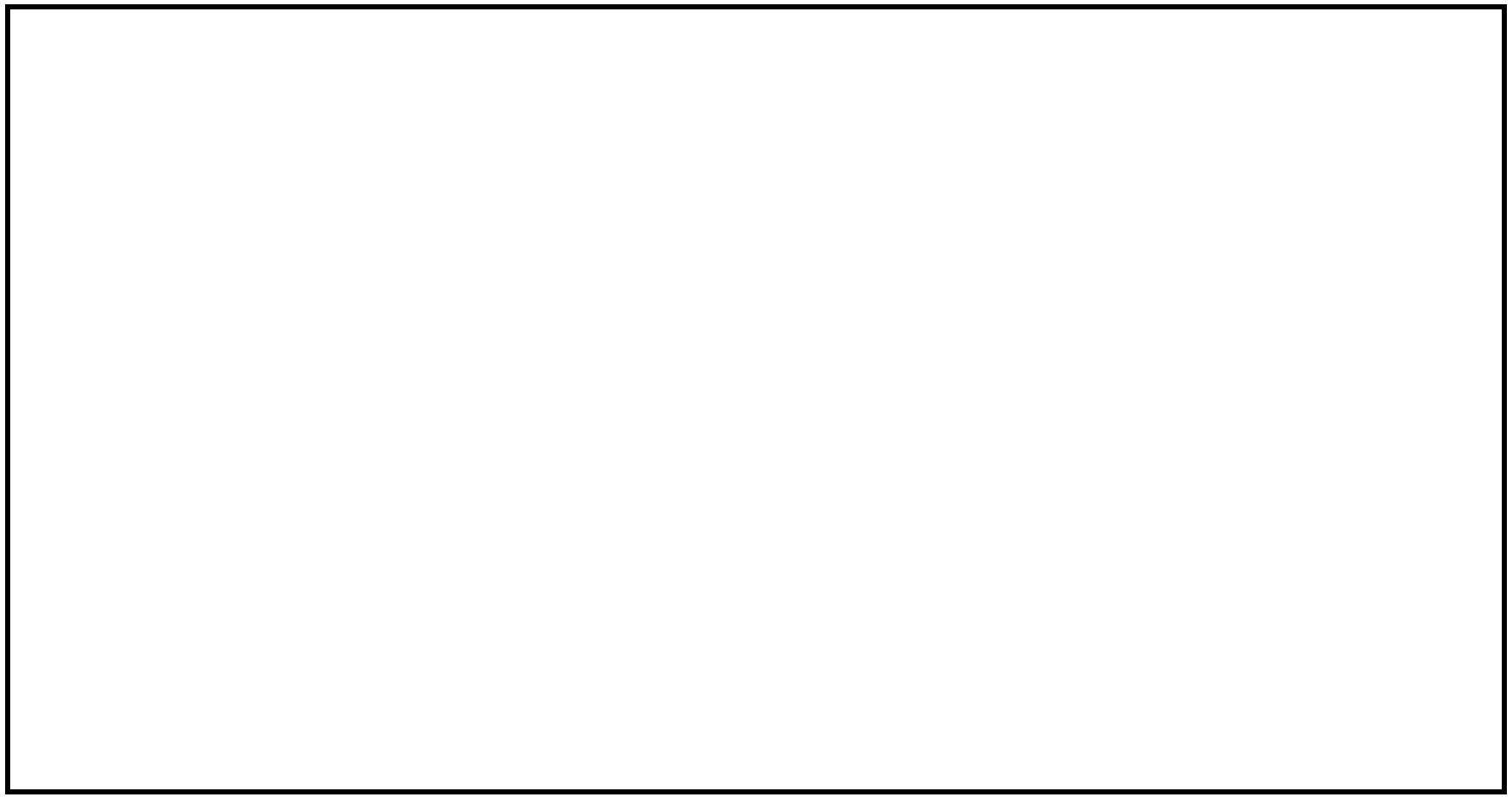
Dettaglio della linea SBP 41 che evidenzia il target riconosciuto (ID:3)

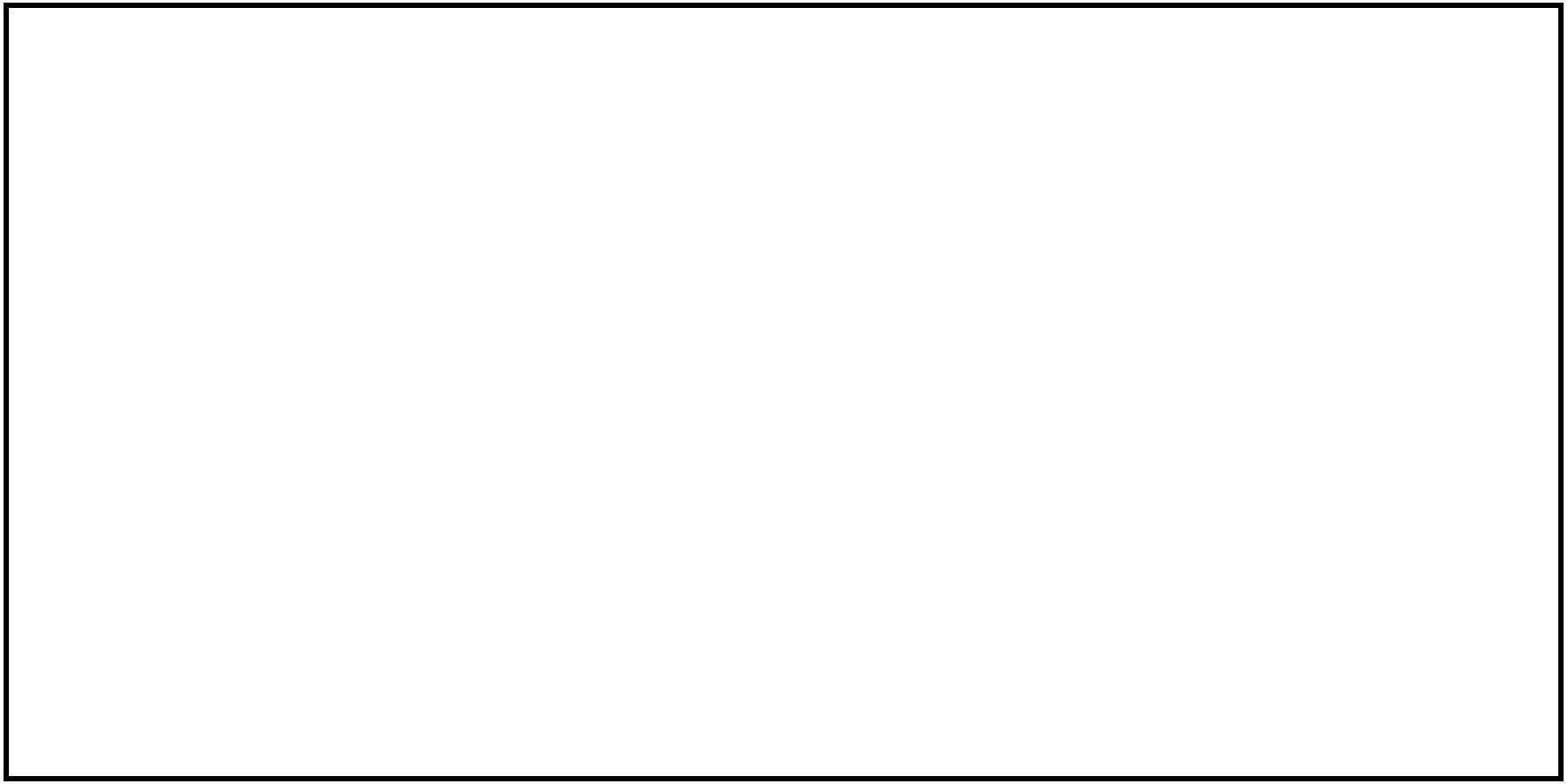


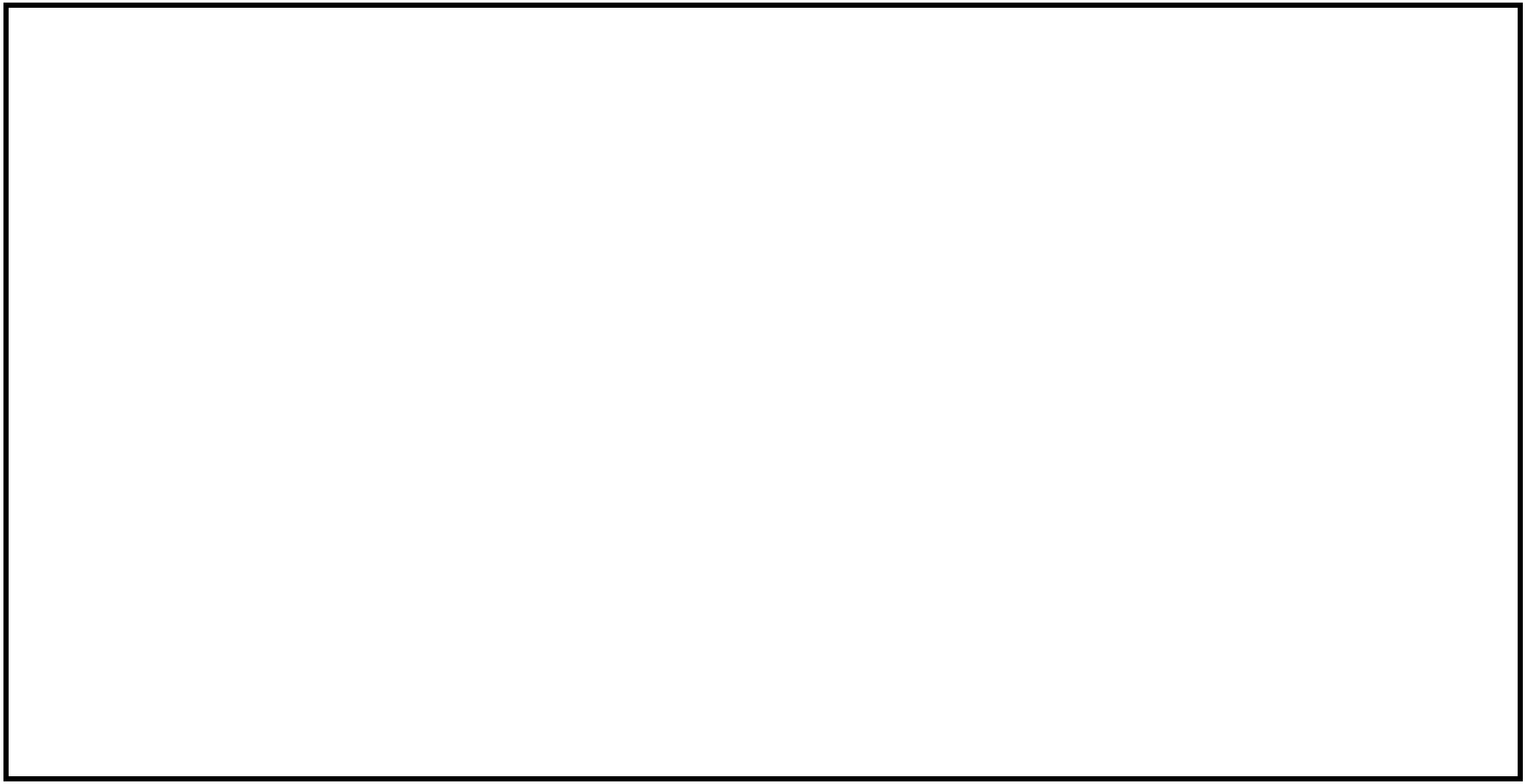


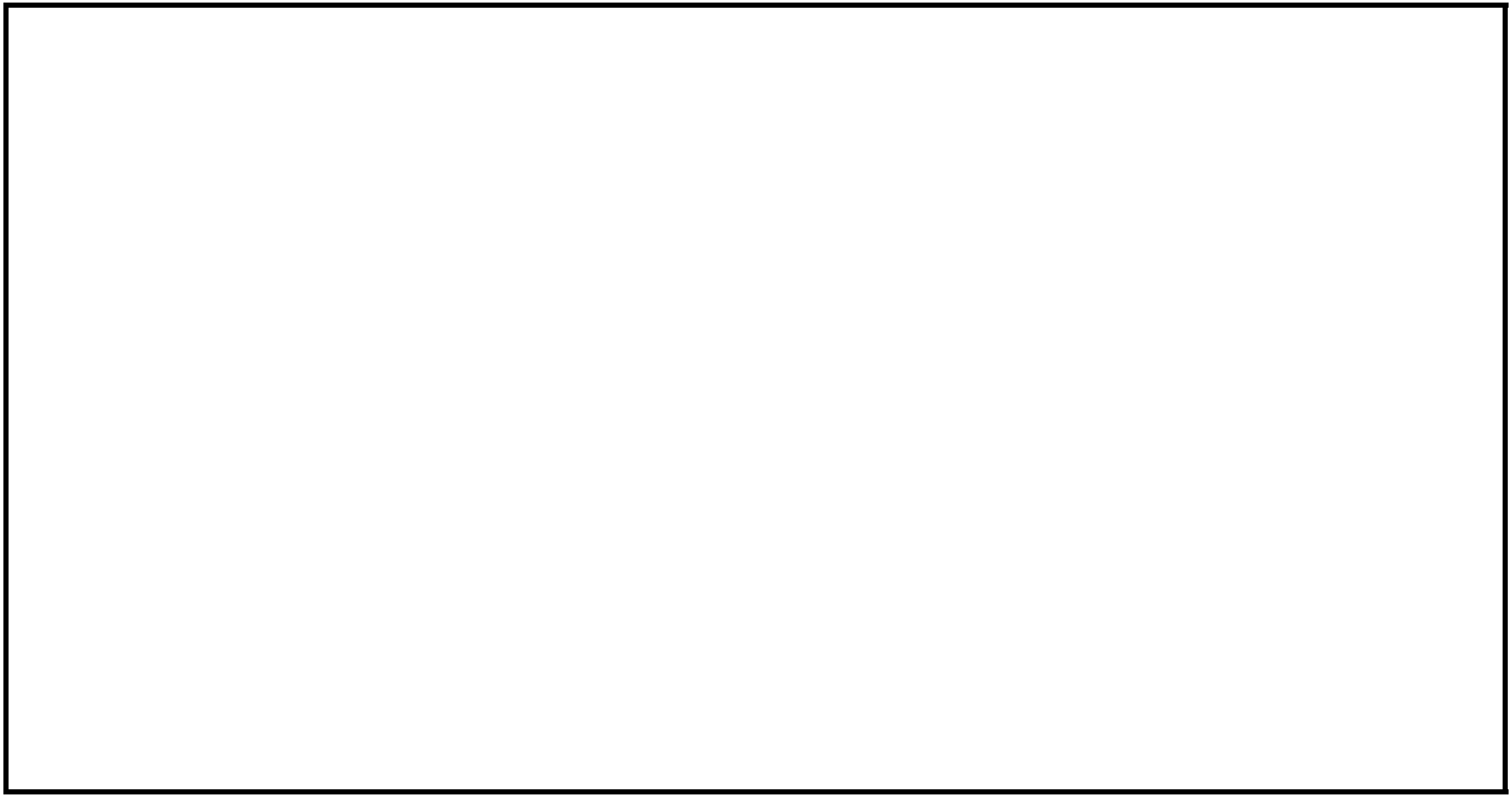


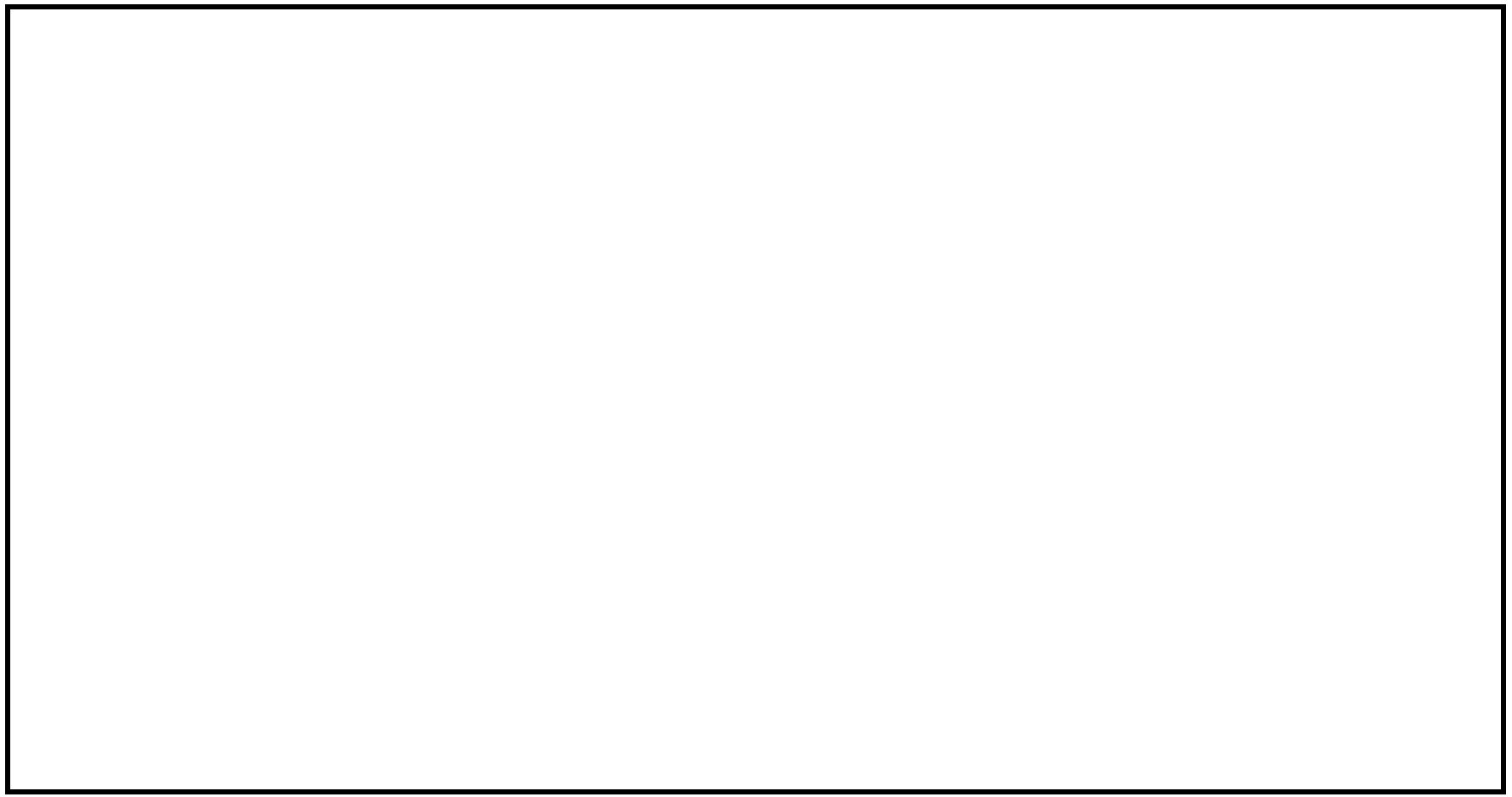


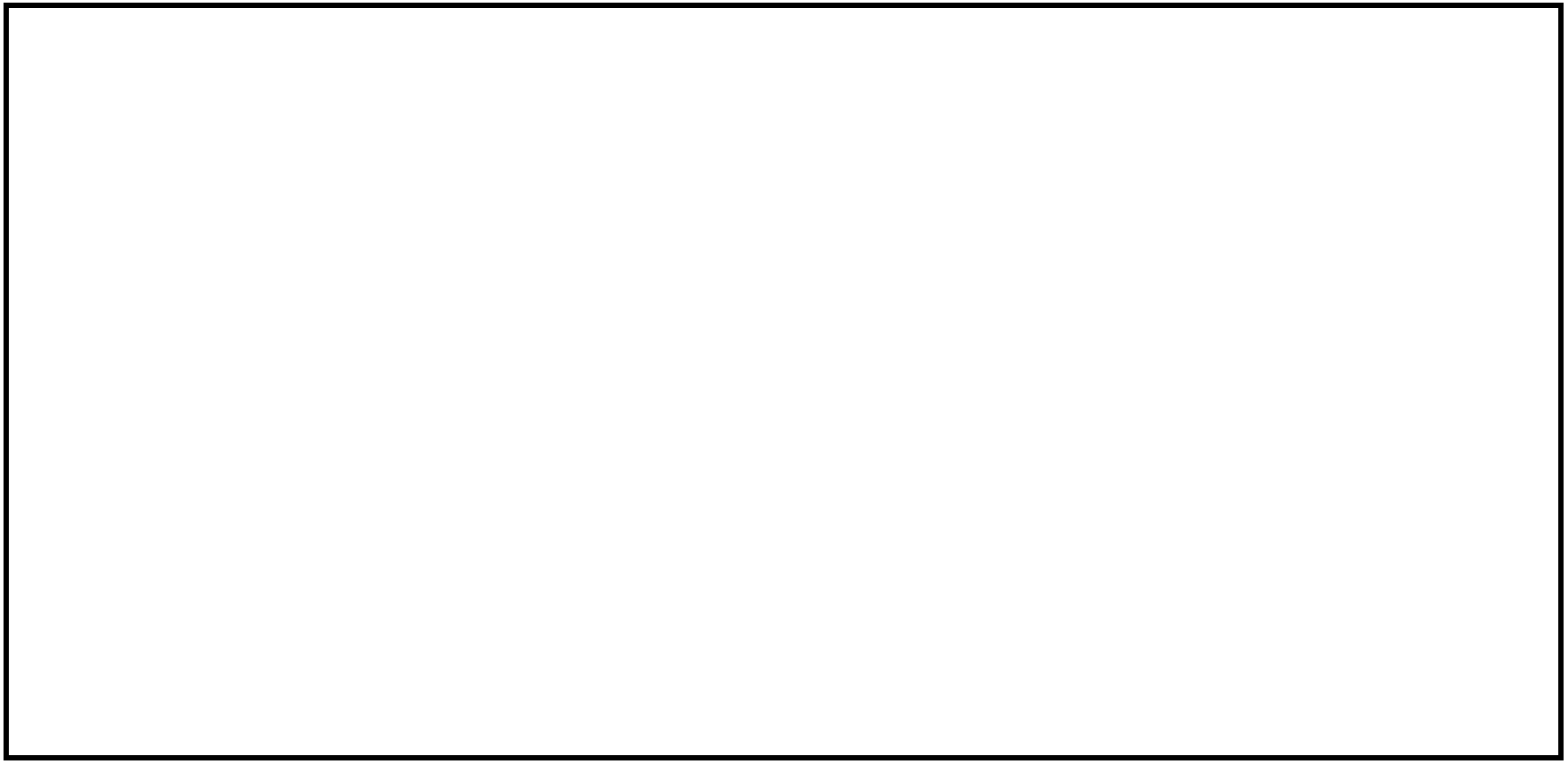


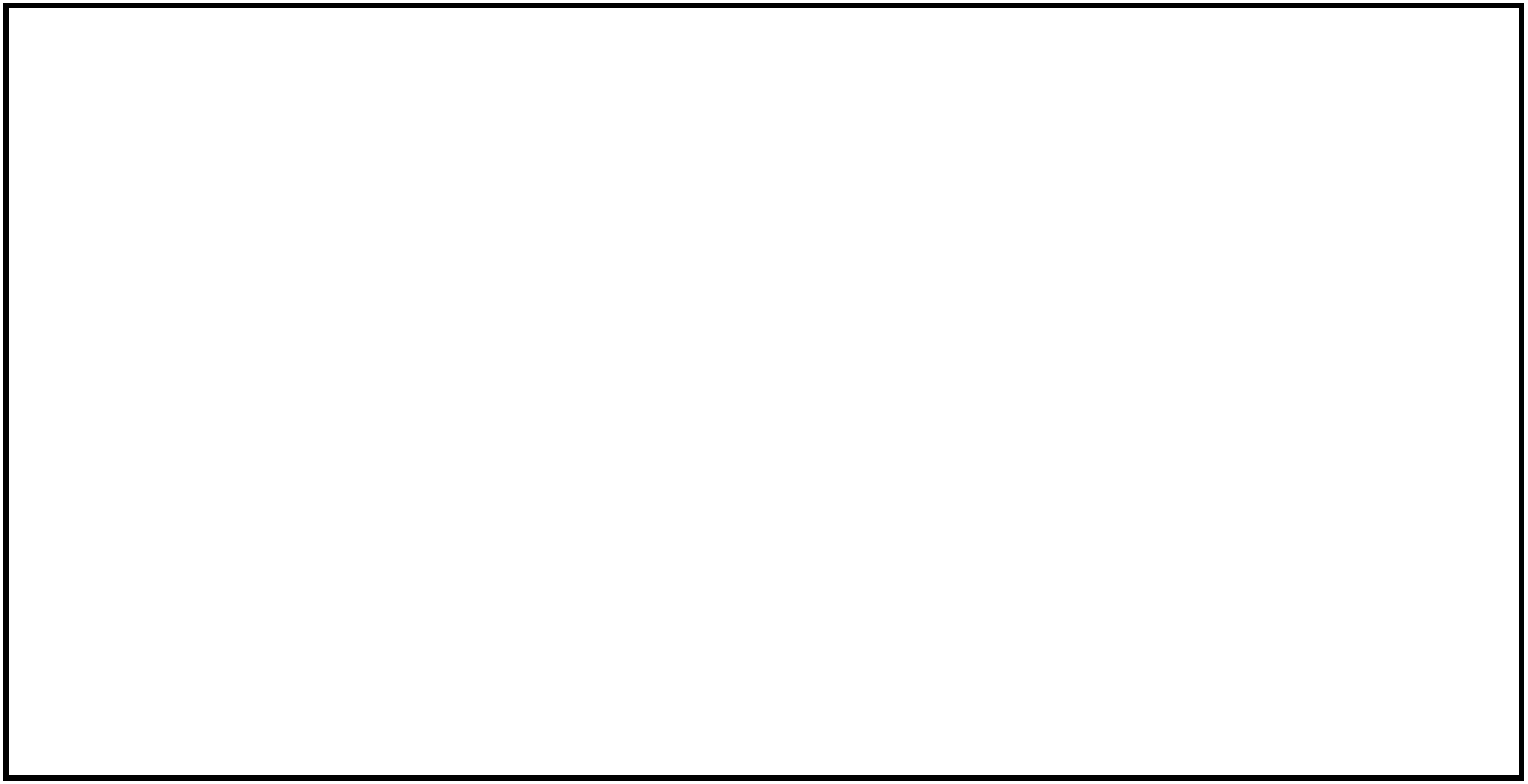


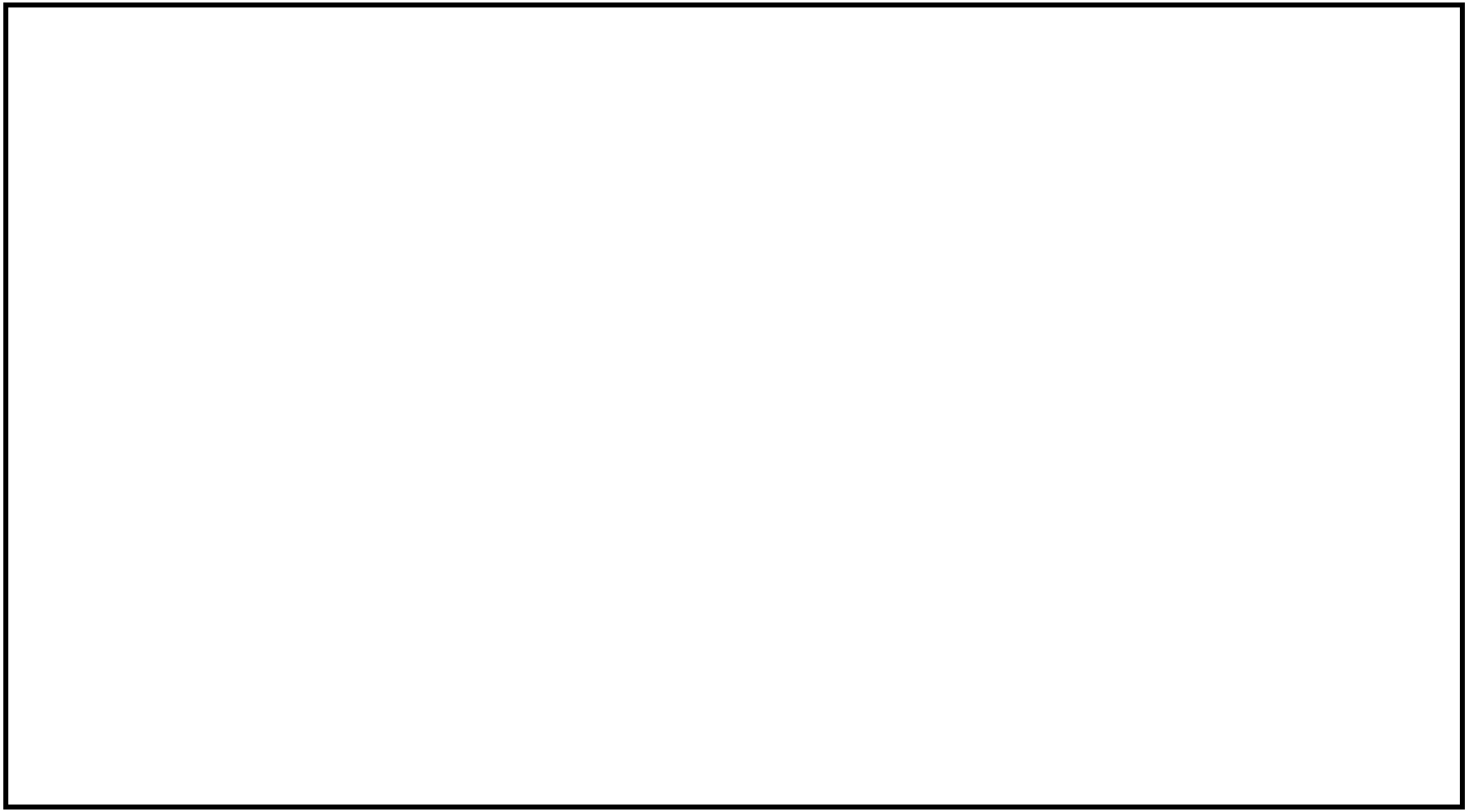


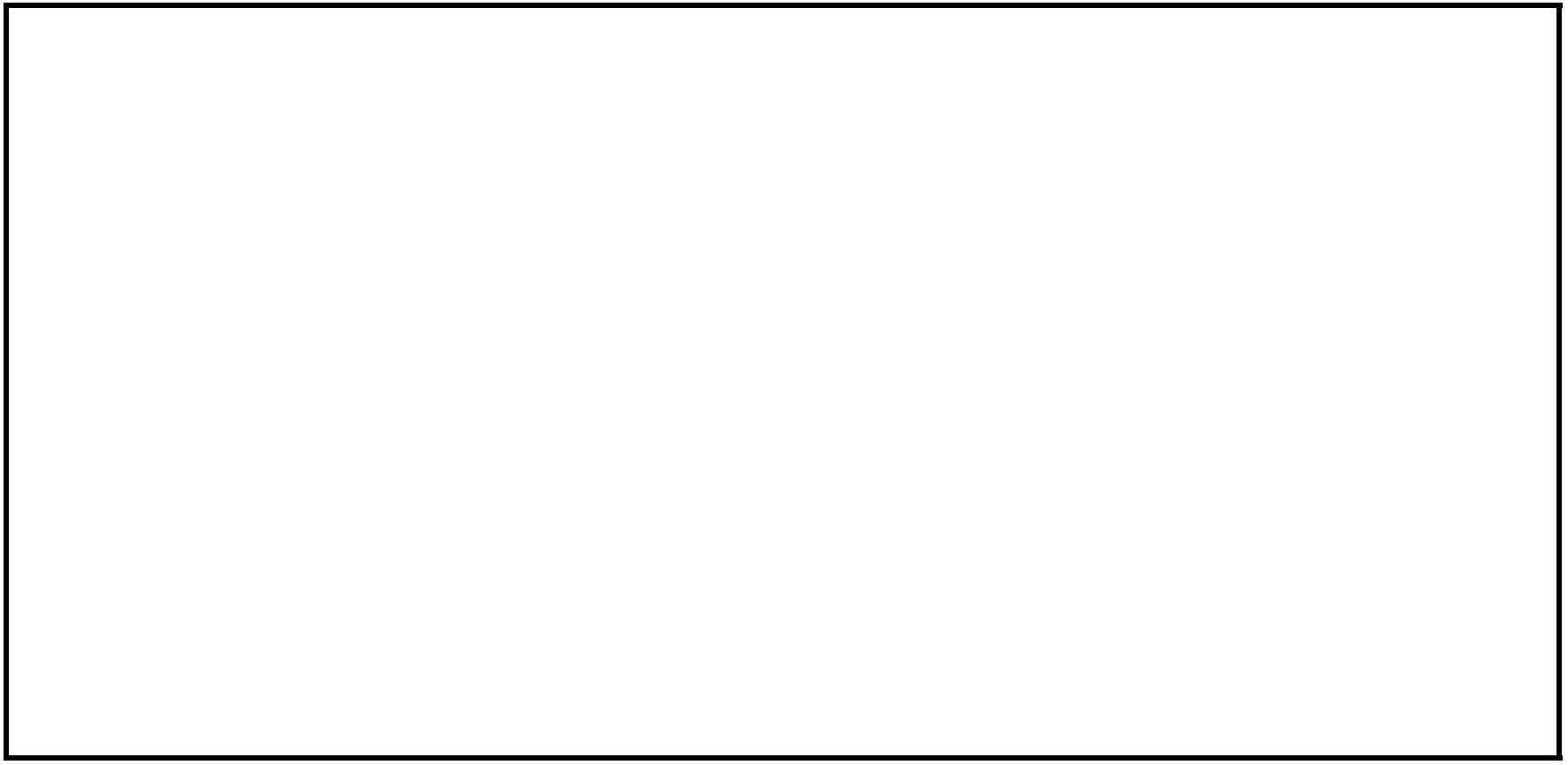


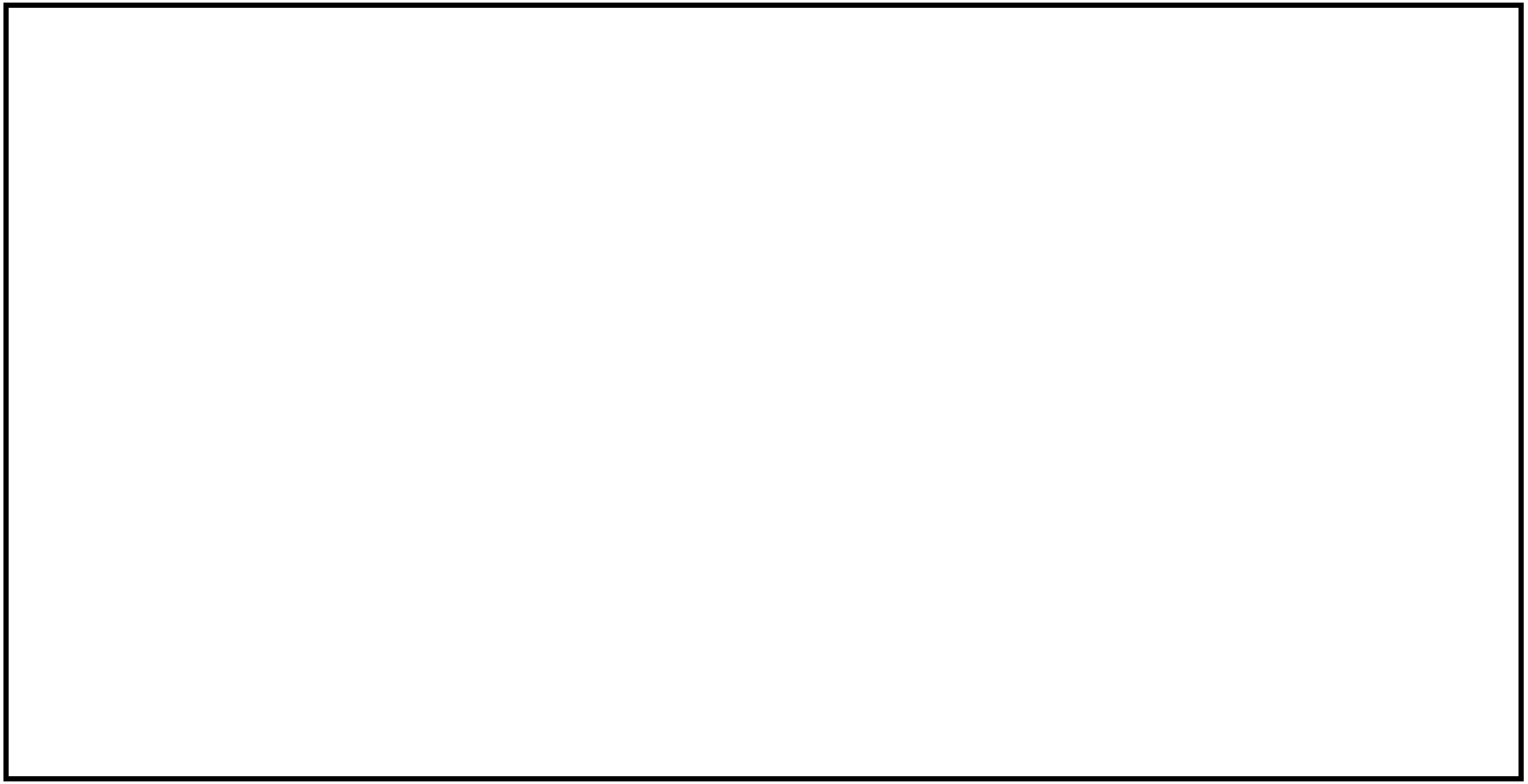


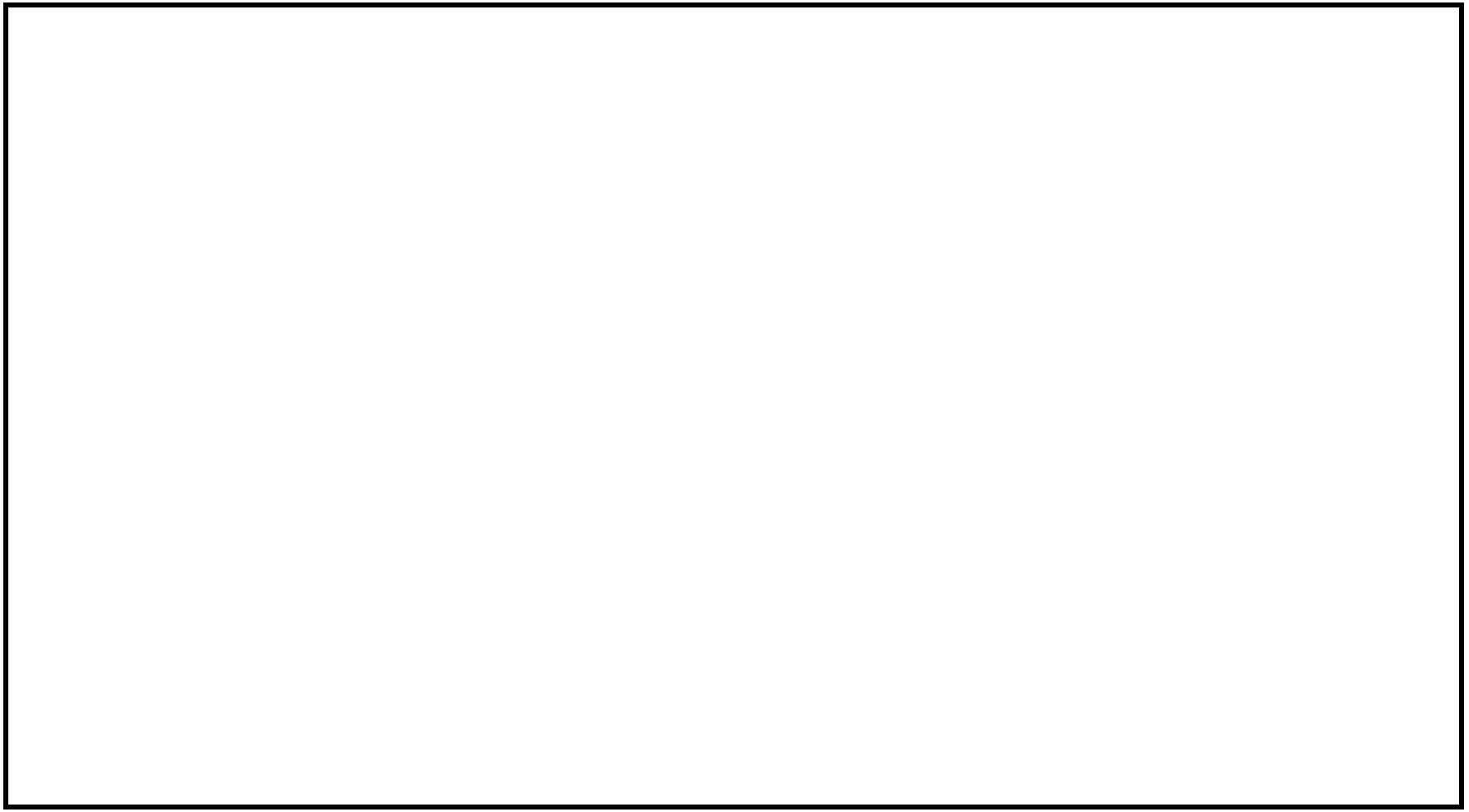


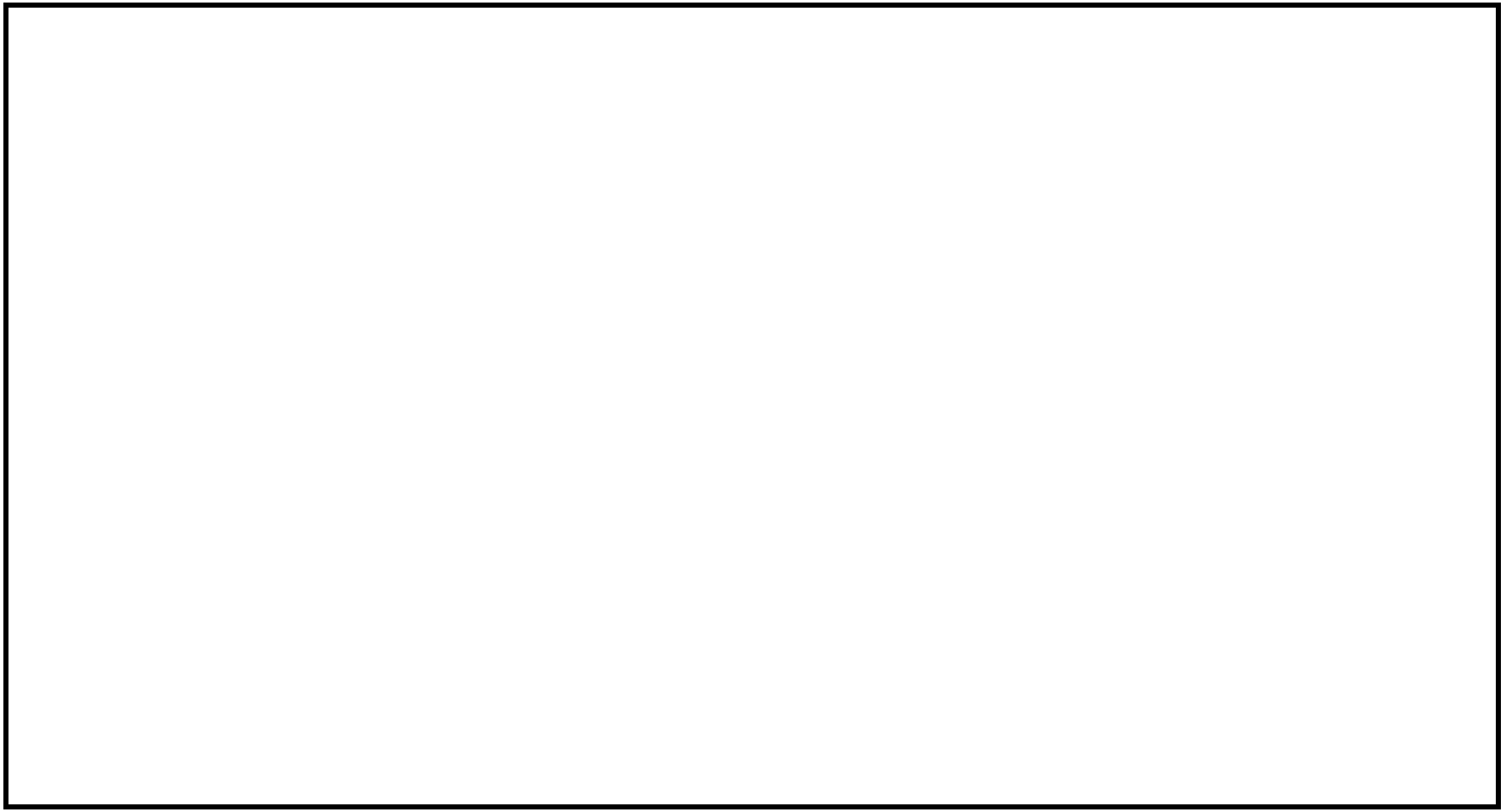


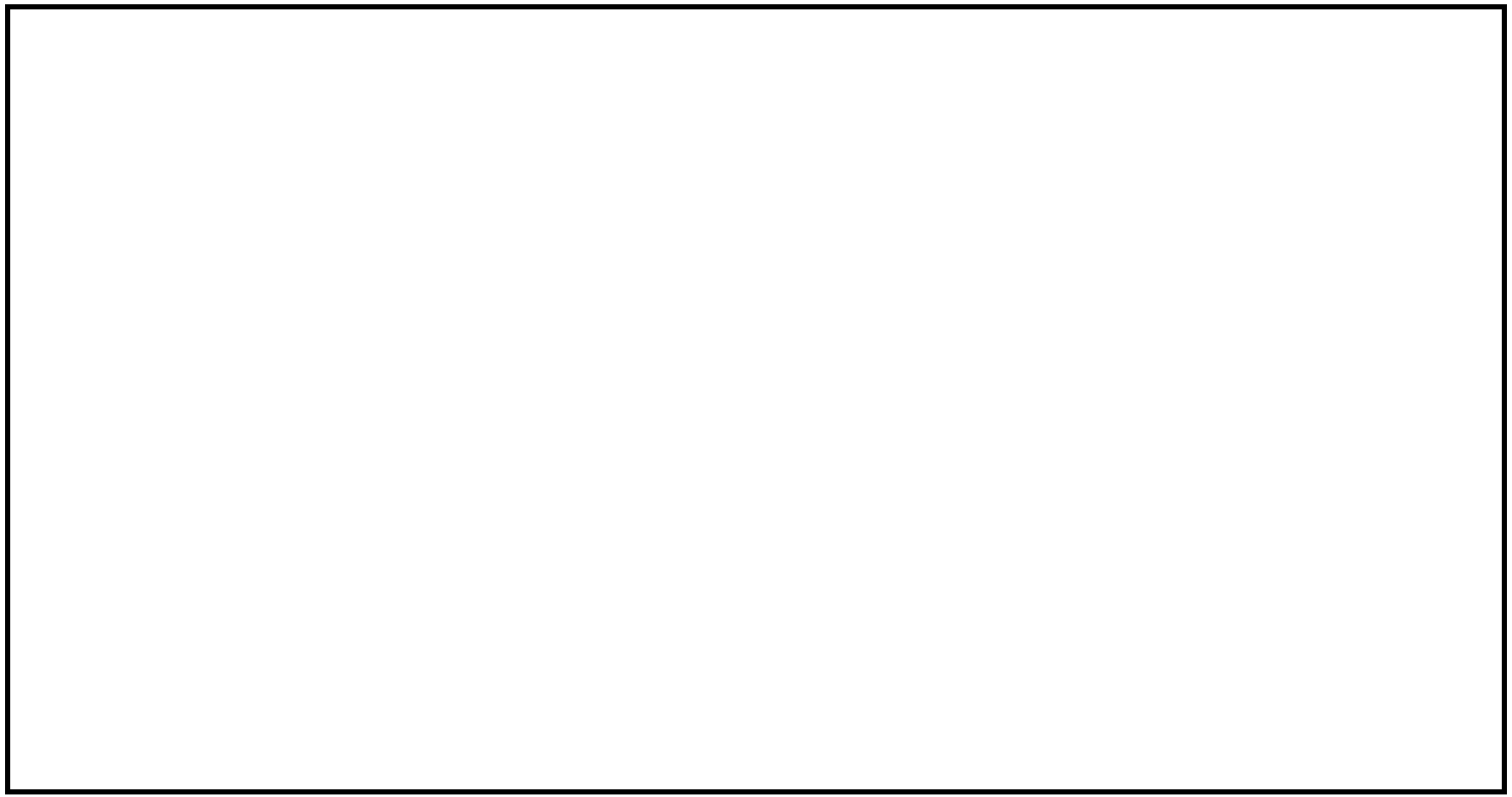


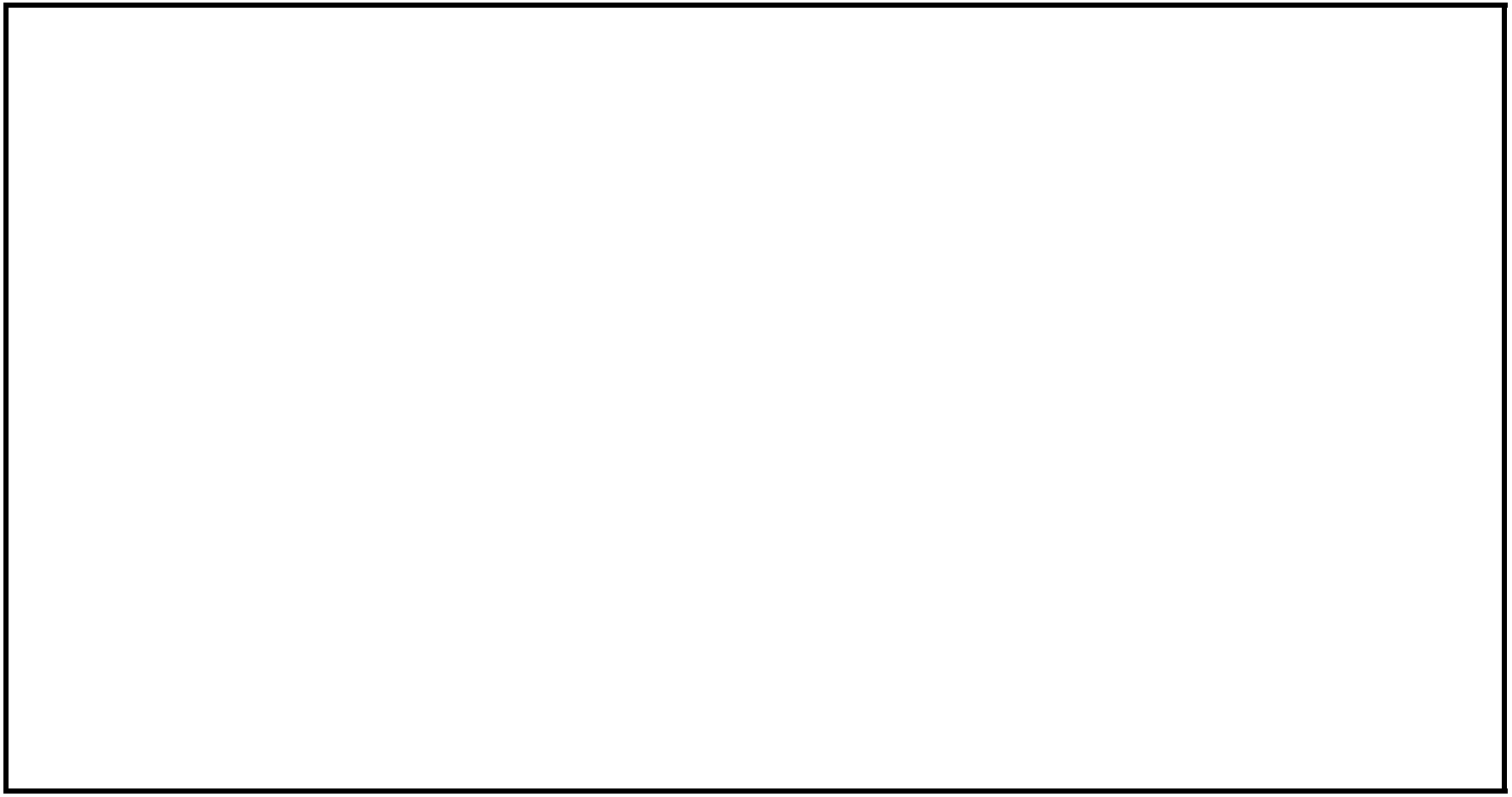


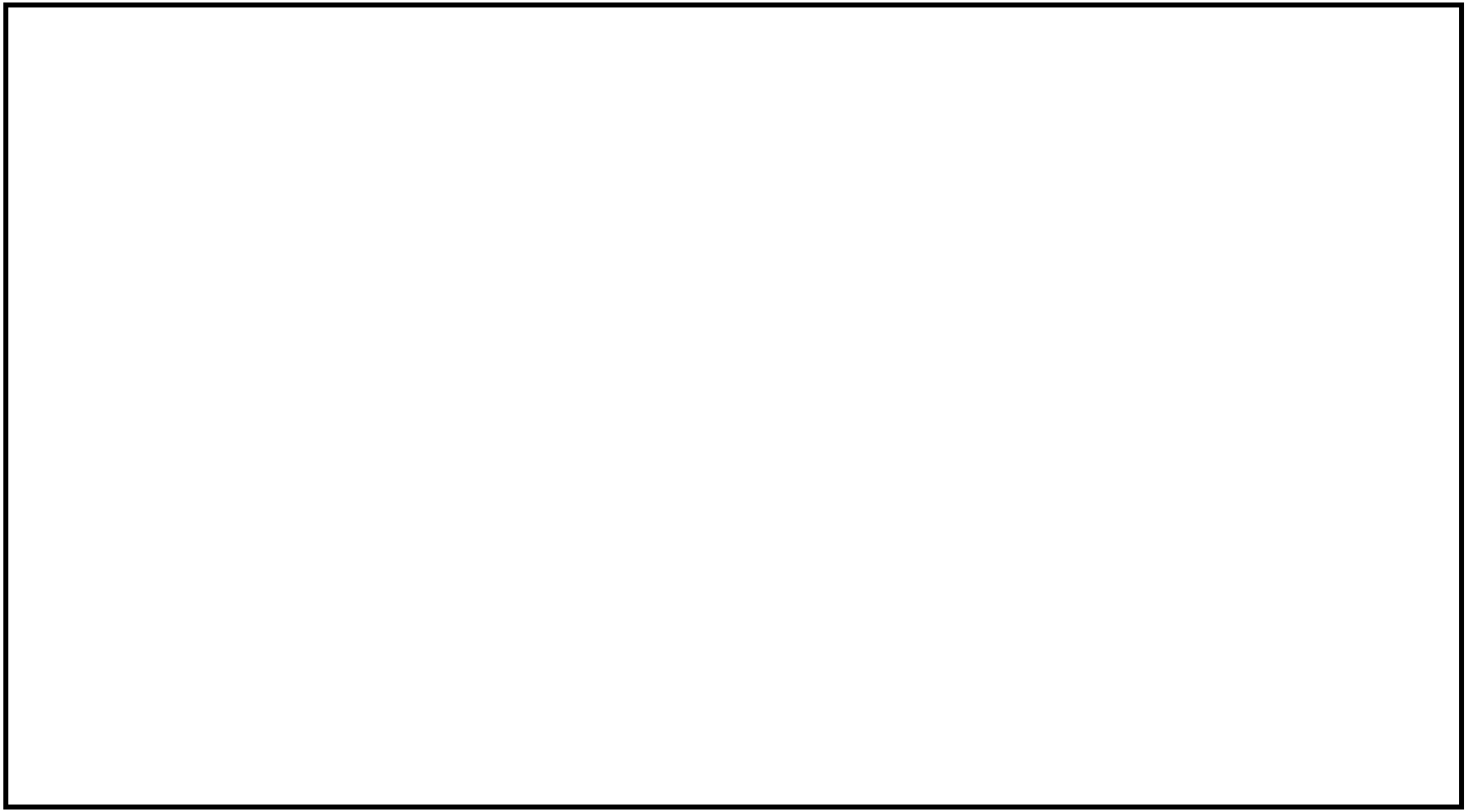


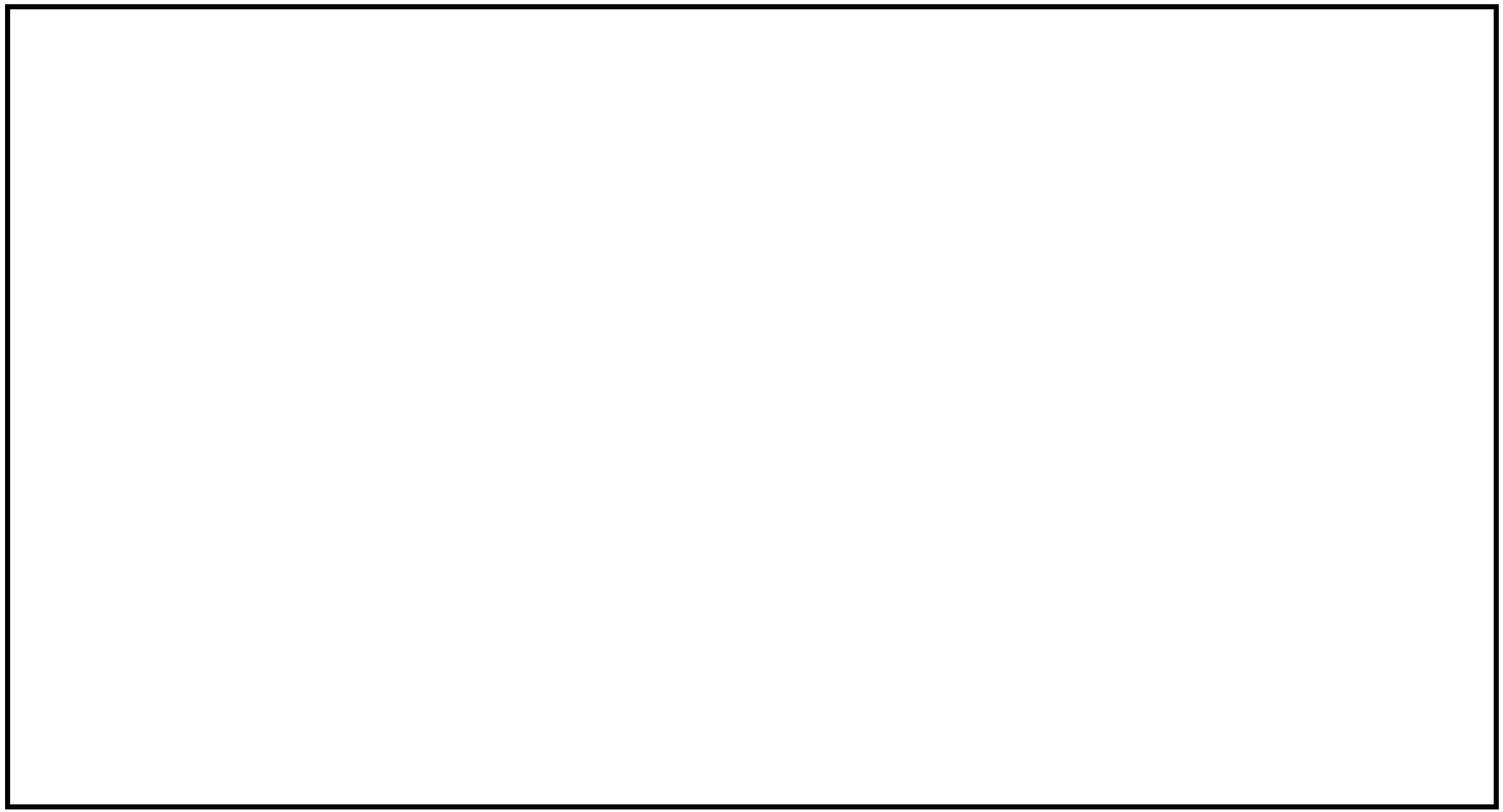


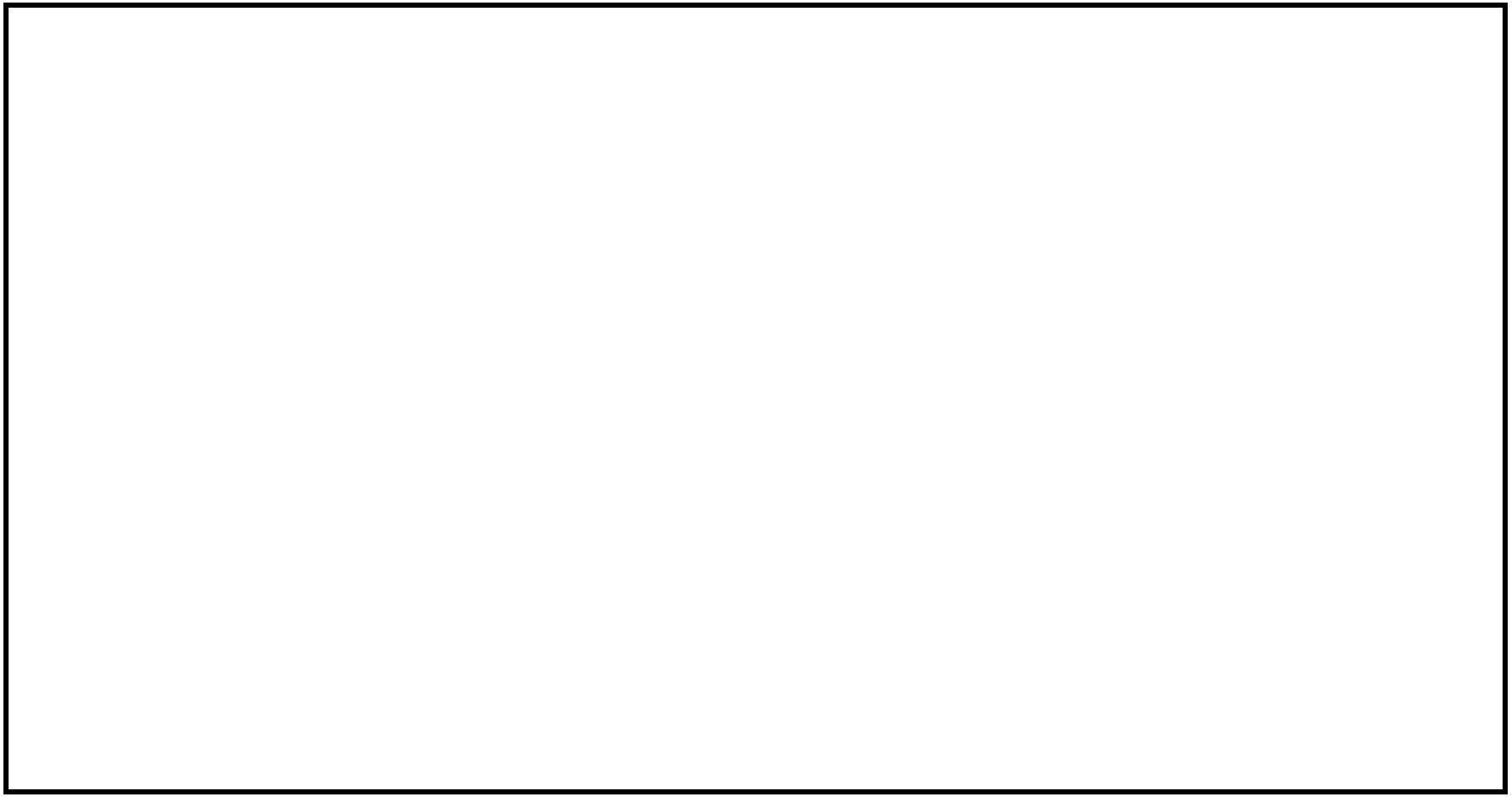


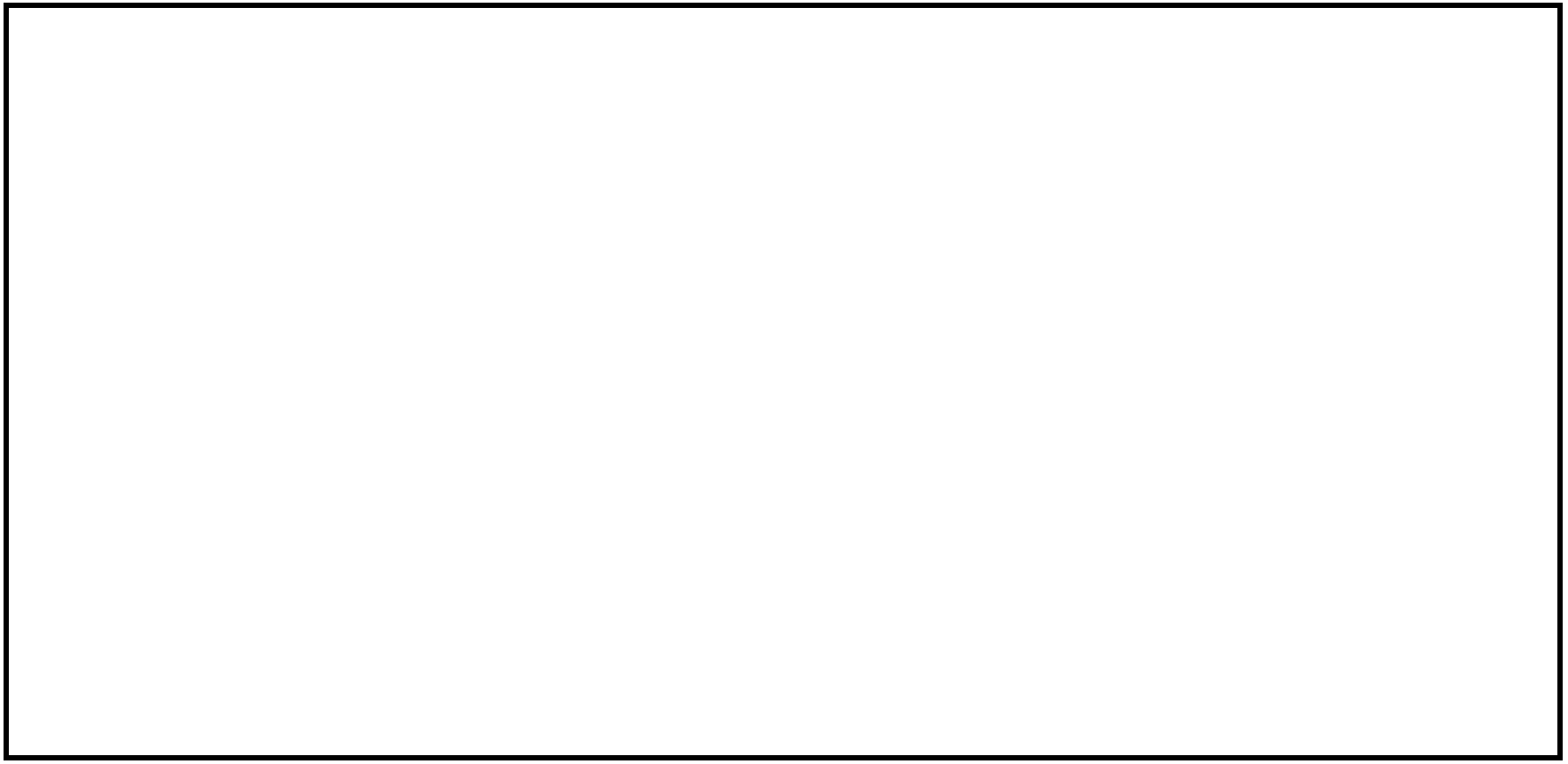


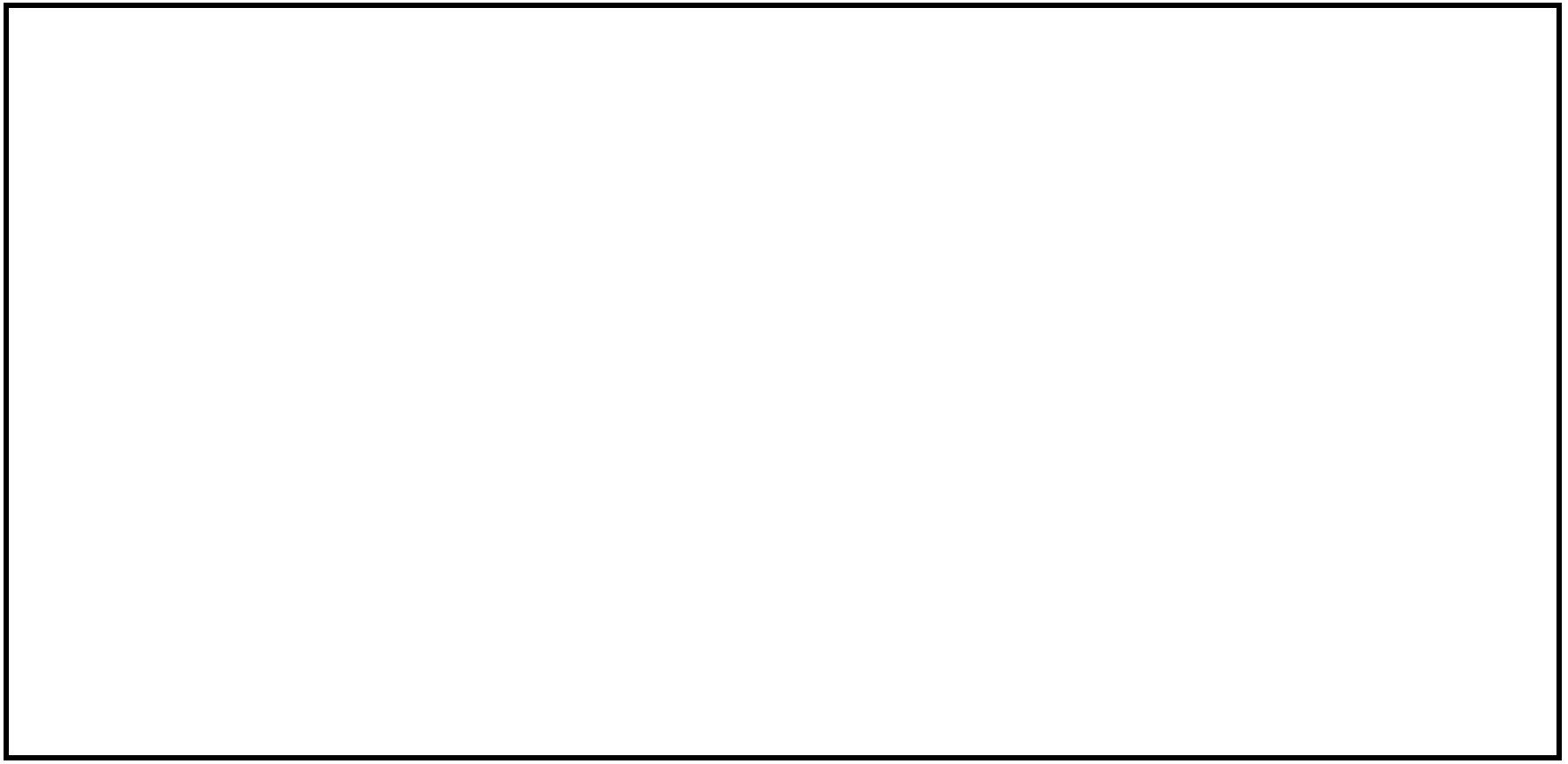


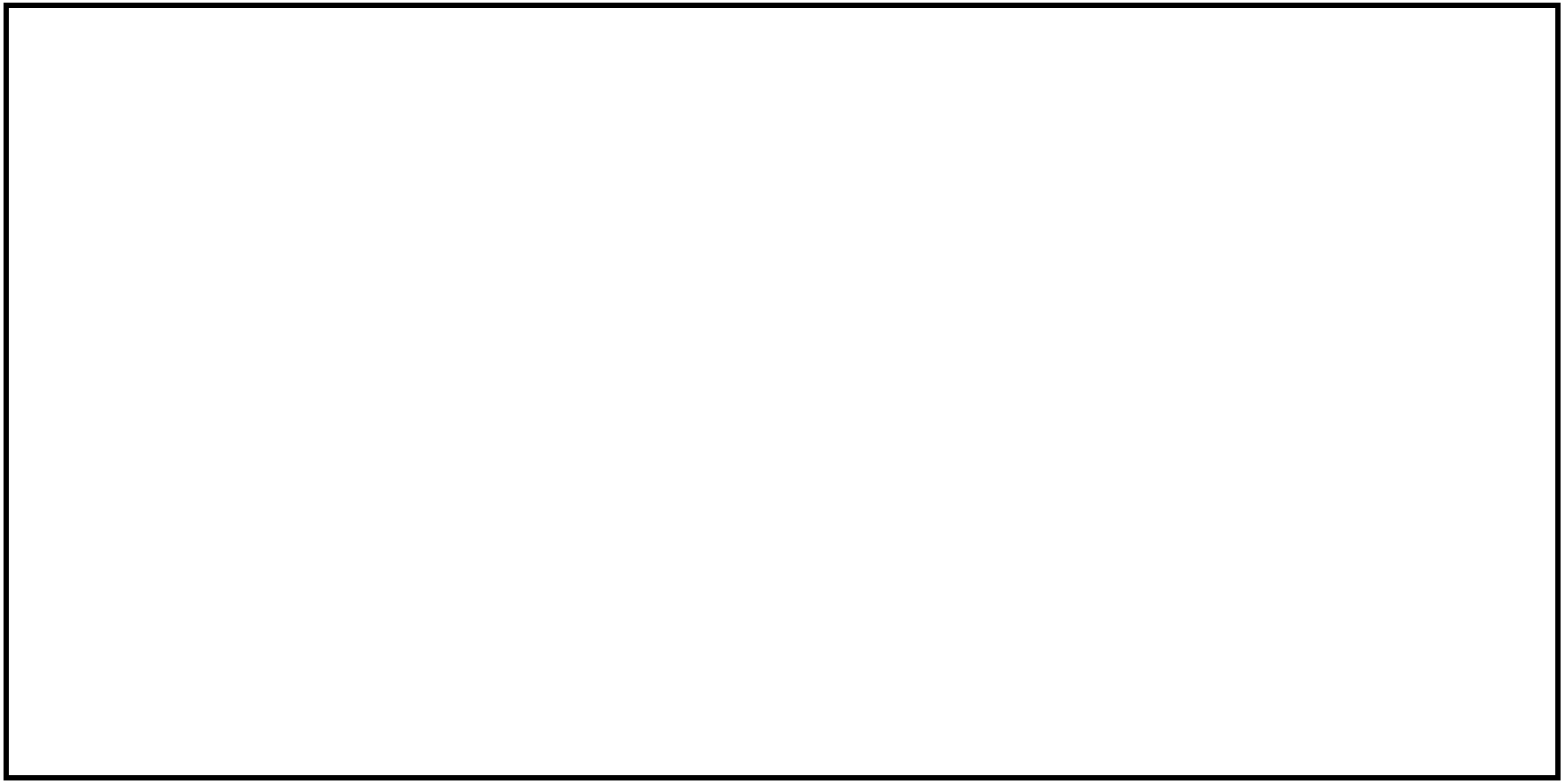


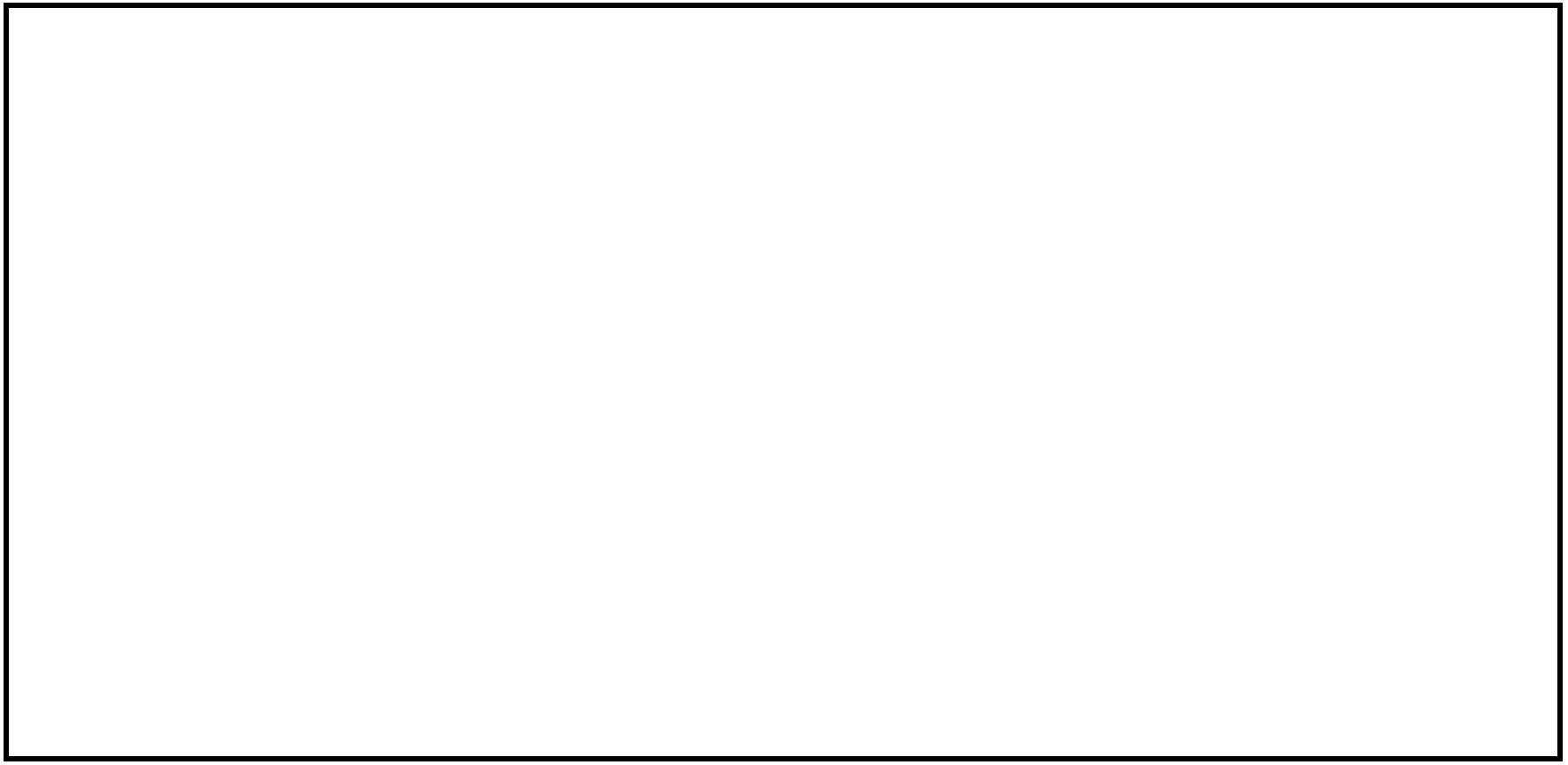


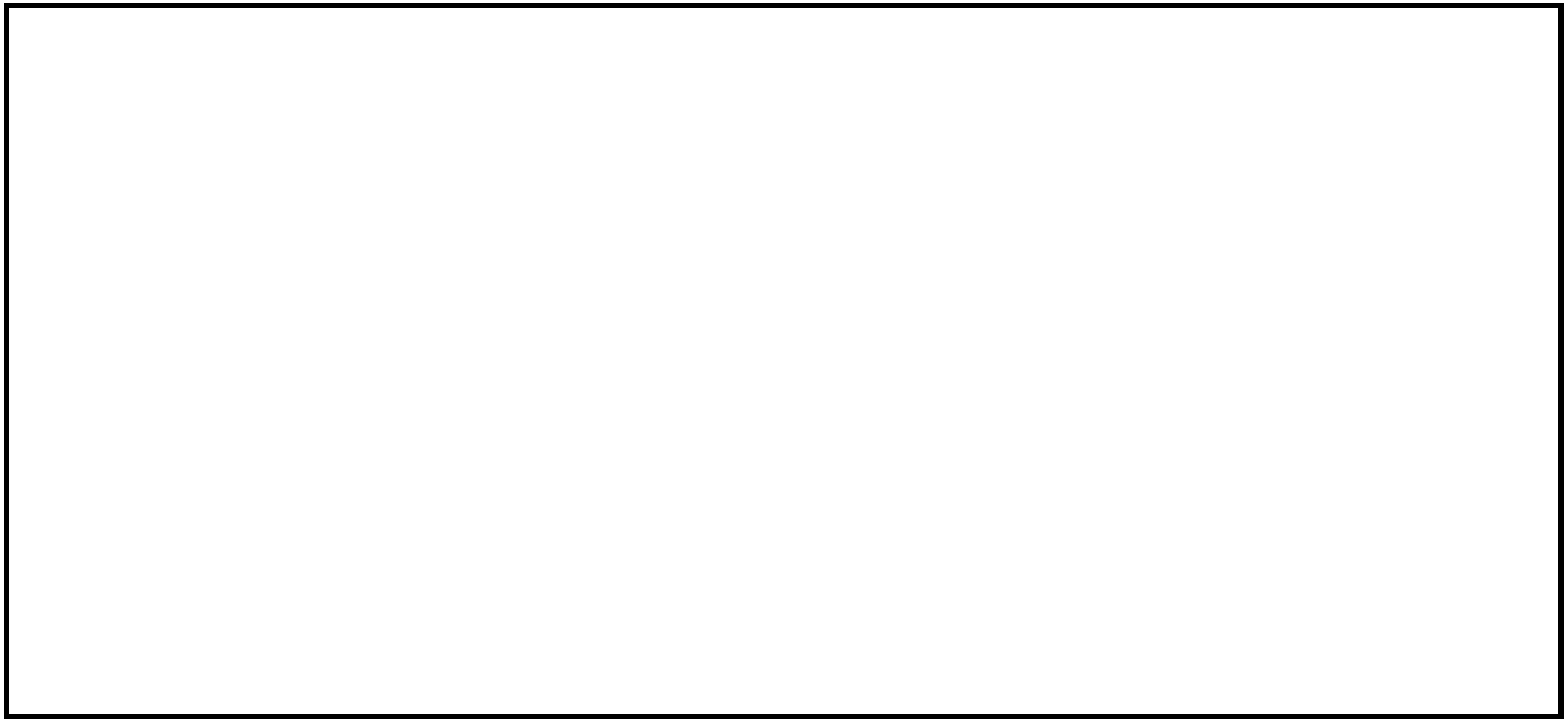


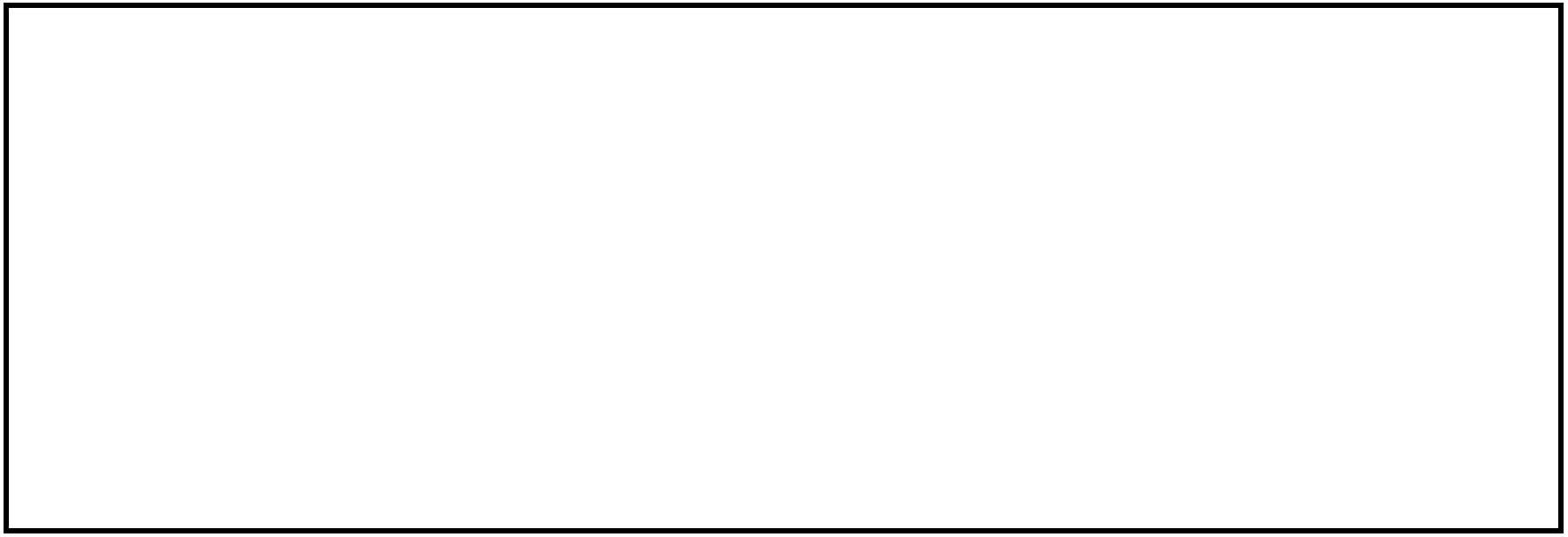












# 4. CONCLUSIONI

Da quanto detto precedentemente in merito ai risultati delle analisi chimiche, fisiche, microbiologiche ed ecotossicologihe dei sedimenti marini prelevati, delle indagini geofisiche e di video ispezione eseguite all'interno di un'area più estesa rispetto l'area direttamente interessata dalle opere in progetto si evince che:

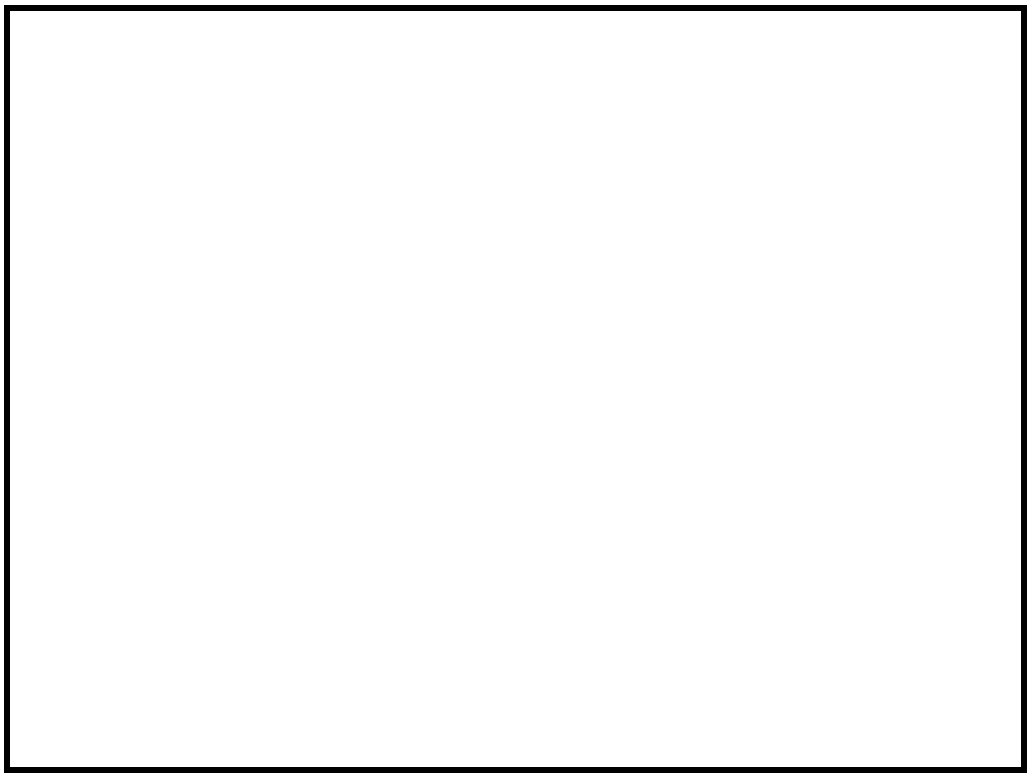
- che i sedimenti nell'ambito areale investigato rientrono nella fattispecie di cui all'art. 186 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i, nonché dell'allegato 5 alla Parte IV tabella 1 colonna A dello stesso D.Lgs.;
- dall'analisi dei risultati ottenuti (visibili nel volume "Analisi fisiche, chimiche, microbilogiche ed ecotossicologiche") si può affermare che la procedura di intervento non deve essere attivata poiché la percentuale dei campioni non conformi ai "Valori di intervento" indicati da ISPRA per i sedimenti del Porto di Siracusa nel sito di bonifica di interesse nazionale di Priolo, rispetto al totale di n. 74 campioni analizzati, è inferiore al 10% come visibile nella tabella seguente.
- Si ritiene, comunque, necessario effettuare in fase di progettazione esecutiva ulteriori indagini di dettaglio all'interno delle maglie SA2 ed SA1.

| | | SA1 C01 0.00-0.50 | SA2 C01 0.00-0.50 | SA2 C02 0.50-1.00 | SA5 C01 0.00-0.50 | SA5 C02 0.50-1.00 | VALORI DI INTERVENTO (ISPRA) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| METALLI | | | | | | | |
| PIOMBO | mg/Kg s.s. | 88 | | | | | 57 |
| ZINCO | mg/Kg s.s. | | | | 147 | 149 | 141 |
| PESTICIDI | | | | | | | |
| DDE | µg/Kg s.s. | | 296 | 9 | | | 5 |

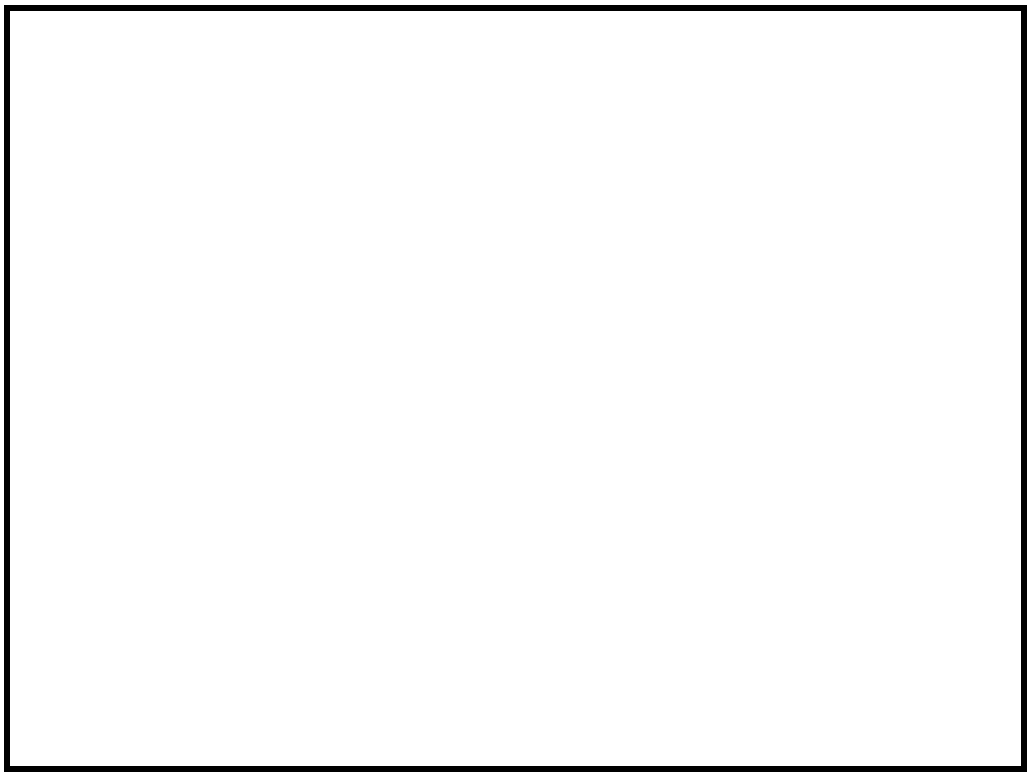
- Dall'analisi dei risultati acquisiti tramite l'indagine batimetrica (SBES) si evince che il fondale marino che sarà interessato dalle opere in progetto si presenta debolmente inclinato verso il largo e caratterizzato da un dislivello pari a circa 5.5 m per i primi 430 m dalla linea di costa. A questa progressiva si nota una rottura di pendenza pari ad un dislivello di circa 3 m alla base del quale il fondale risulta essere sub-pianeggiante;
- dall'analisi dei risultati acquisiti tramite l'indagine magnetometrica e SBP (Sub Bottom Profiler) risultano essere presenti n. 13 target all'interno dell'area direttamente interessata dalle opere in progetto e dalle attività di dragaggio. Gran parte degli stessi possano essere riconducibili a corpi morti e/o catene di ormeggio per imbarcazioni poste alla fonda soprattutto per ridosso del settore Sud dell'area, in cui anche i dati SBP hanno dato riscontro in corrispondenza della presenza di target. Si ritiene di consigliare, a vantaggio della sicurezza, di effettuare prima dell'inizio dei lavori alcune indagini dirette per

indentificare la tipologia di dette anomalie nonostante sia possibile già oggi escludere la presenza di ordigni bellici e reperti di interesse archeologico;

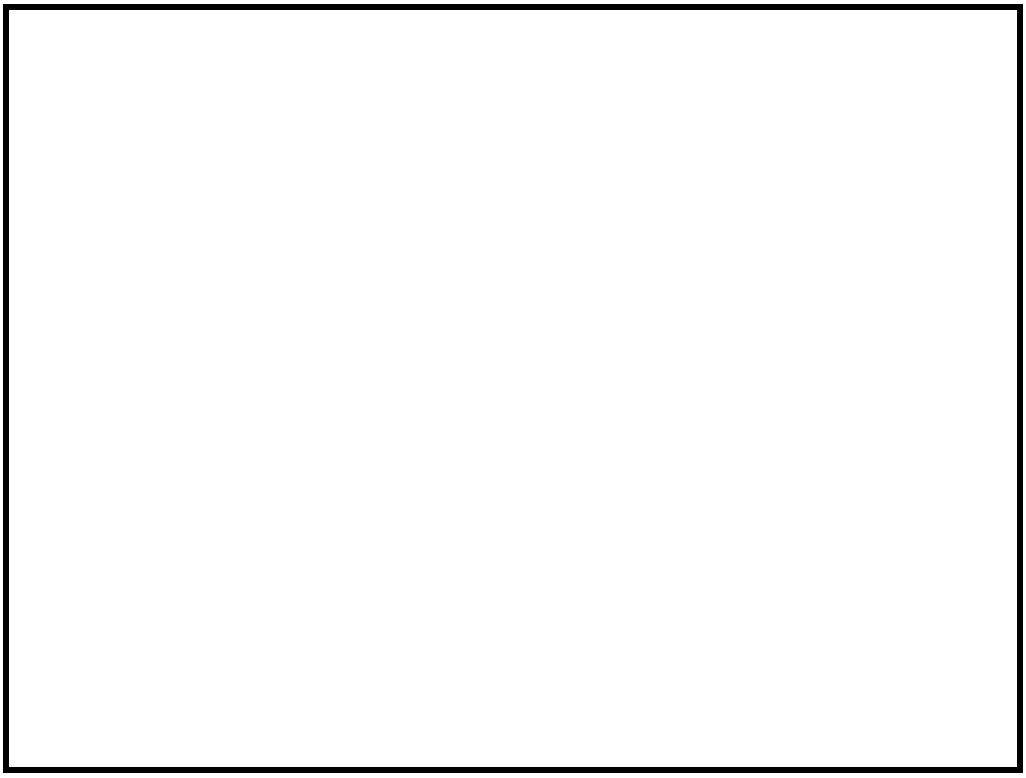
- dall'analisi dei risultati acquisiti tramite l'indagine eseguita tramite la tecnica (SSS), con dettagliate ispezioni visive compiute da operatori subacquei della C.A.R.E.A. Soc. Coop. di Palermo, si evince che non è presente alcuna prateria di Poseidonia Oceanica.



Imbarcazione Neptune 1 pronta per lo svolgimento della survey. Sui fianchi sono riconoscibili i pali dove vengono istallati i trasduttori dei vari strumenti



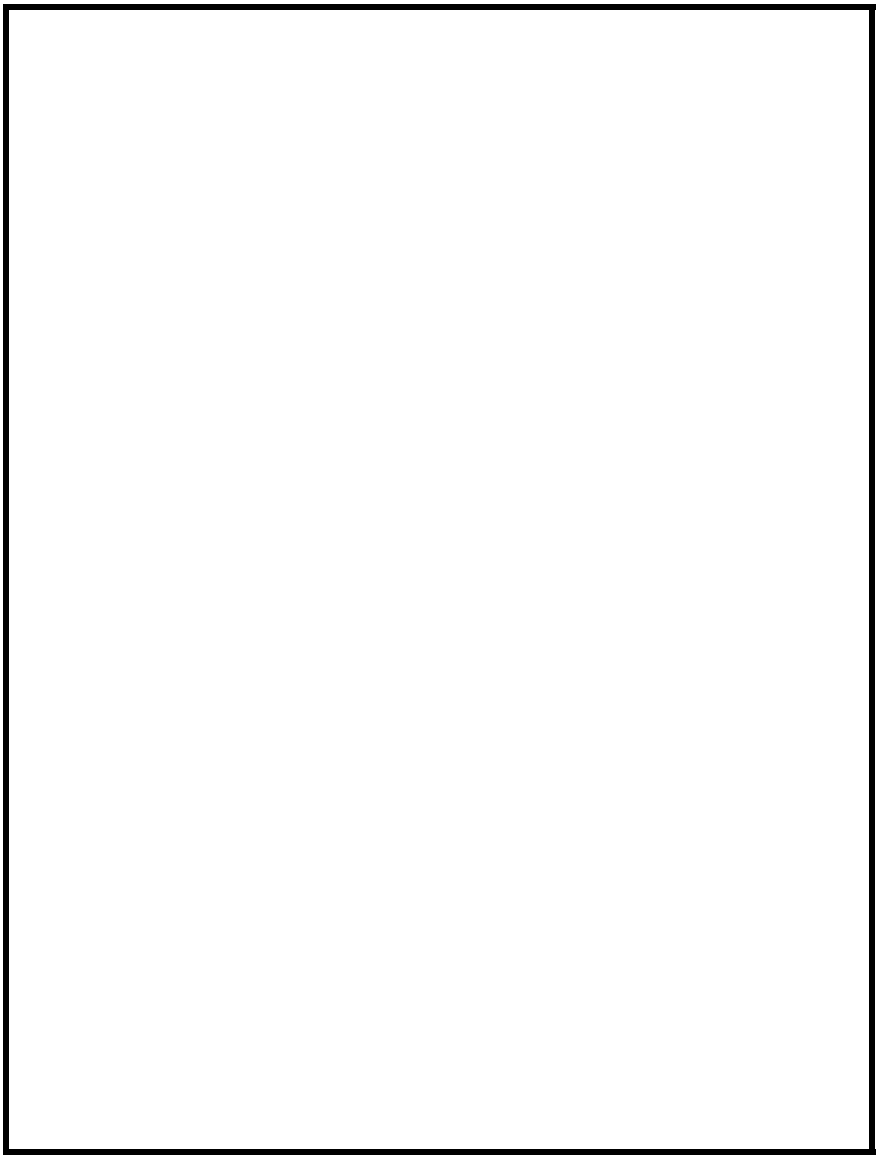
Interno della cabina dove è allestita la postazione di acquisizione del SBP

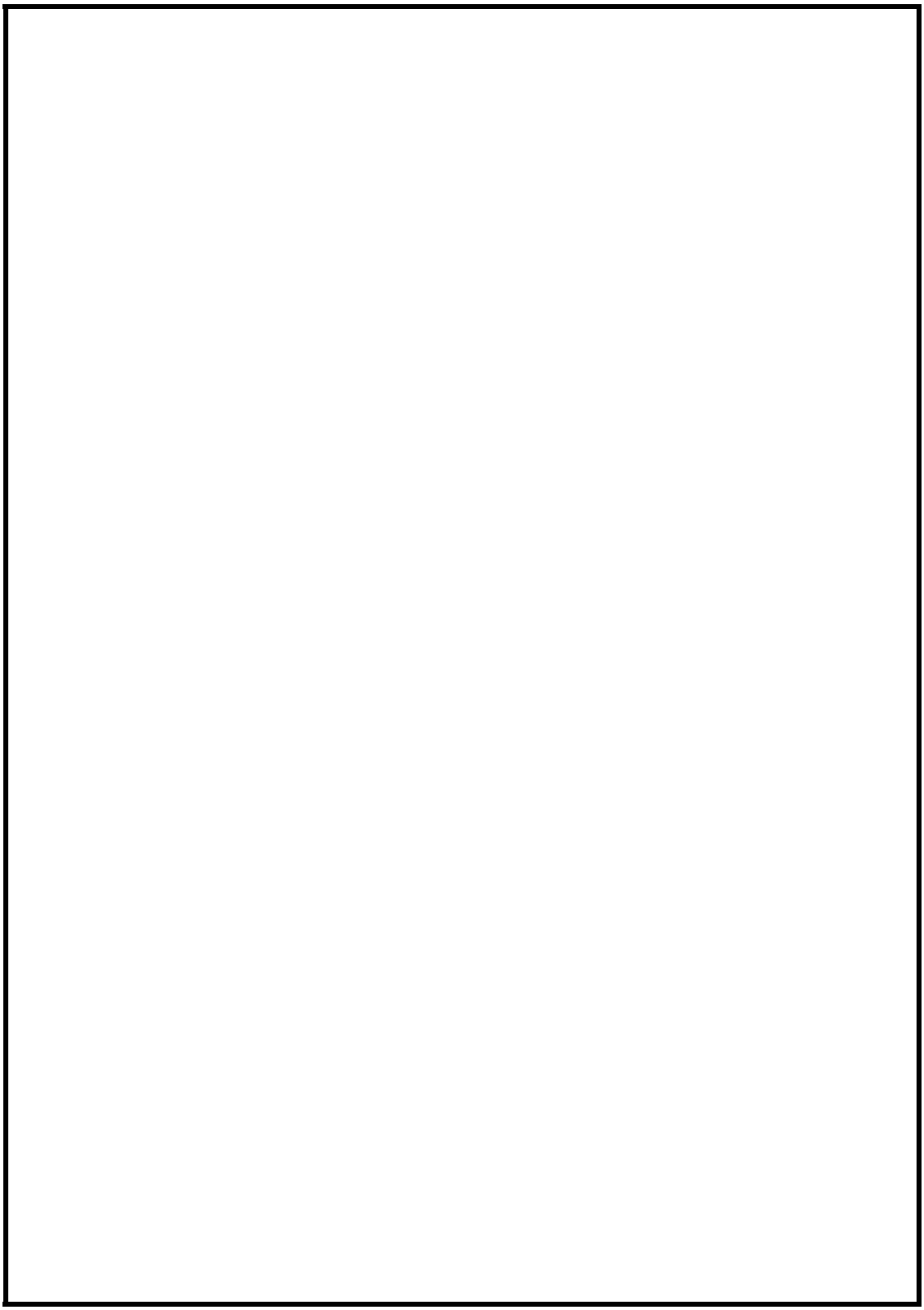
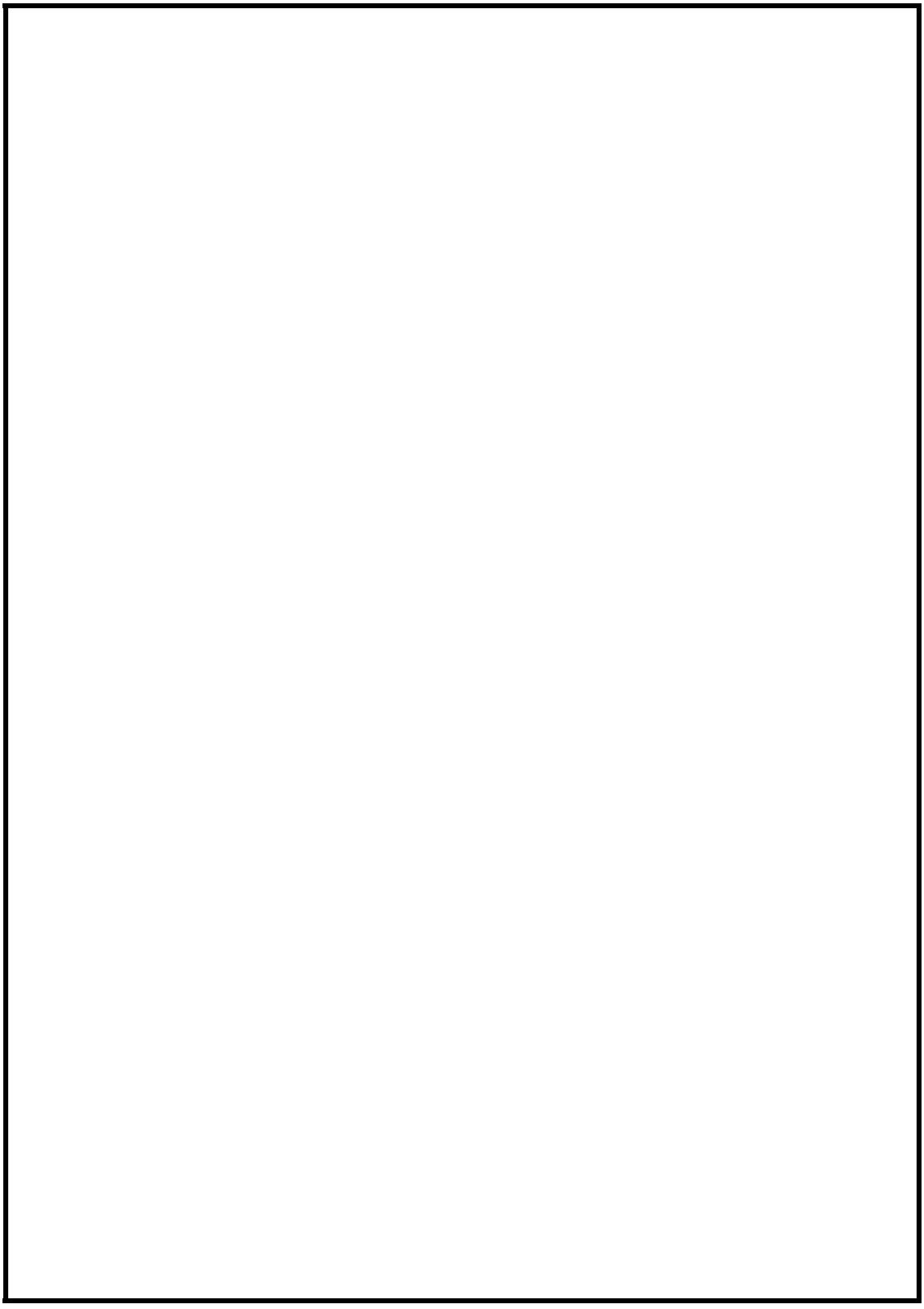
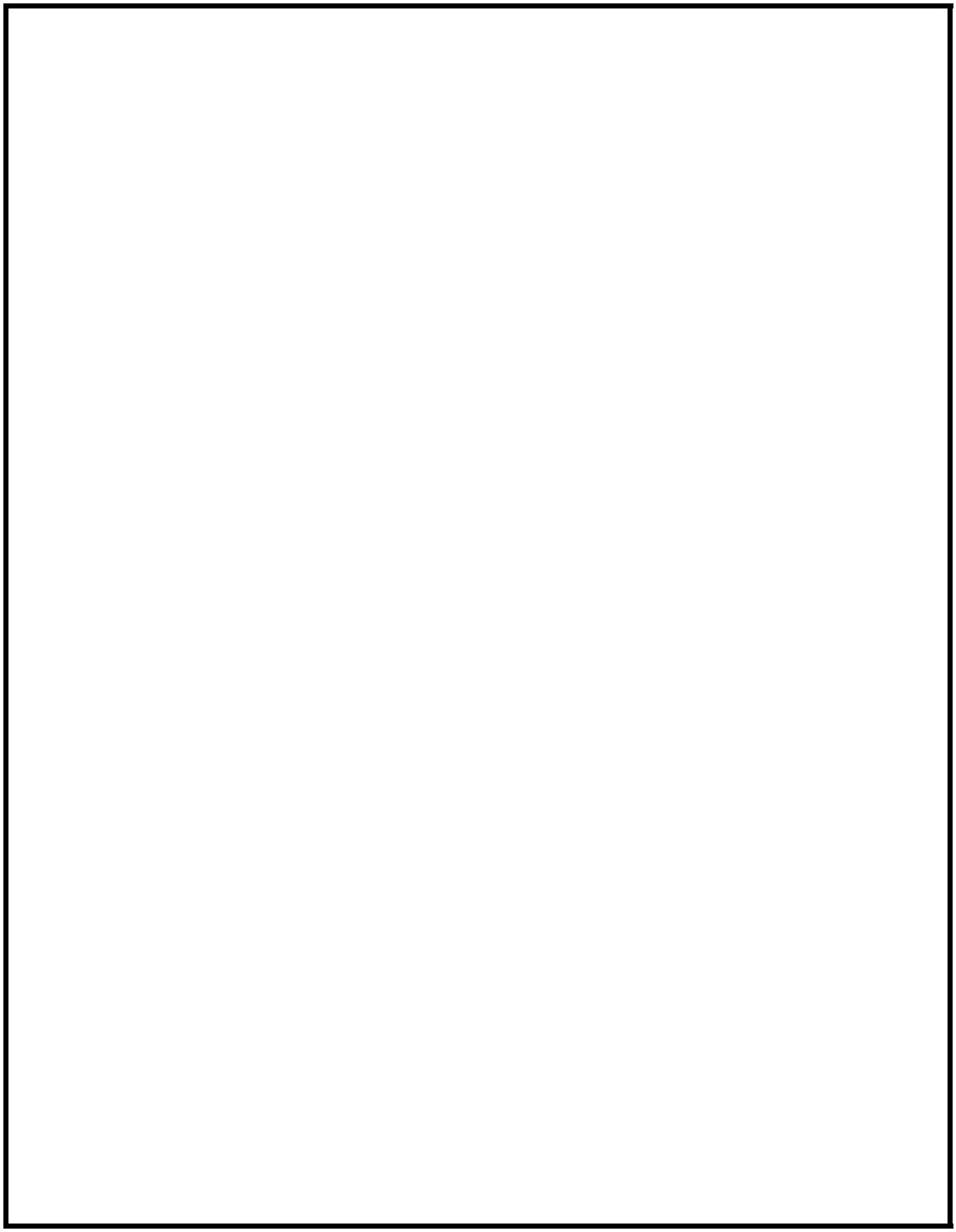
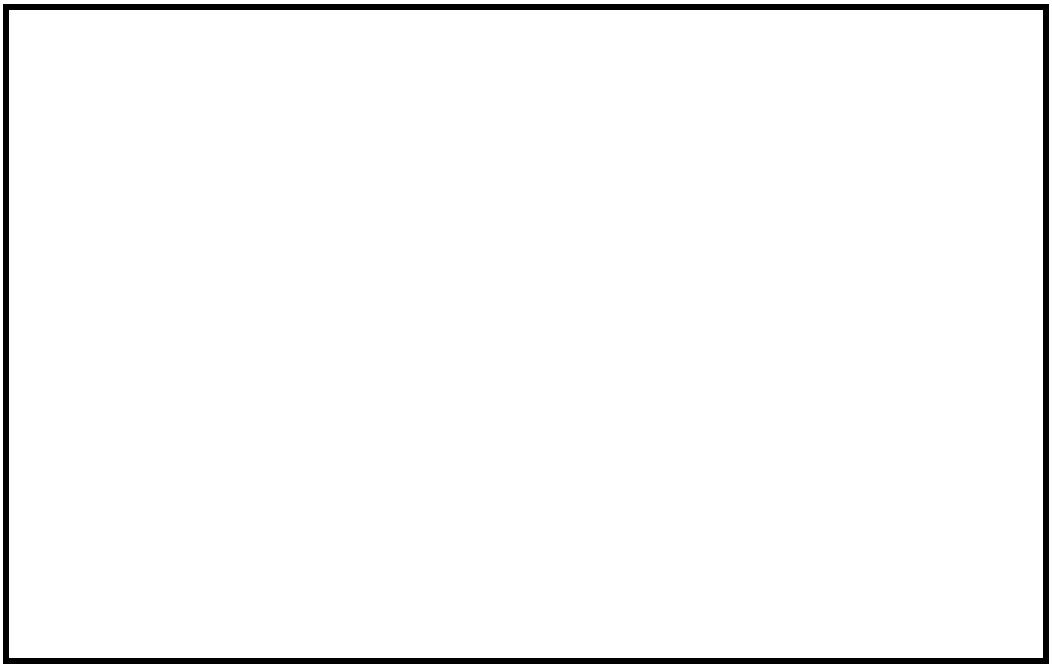
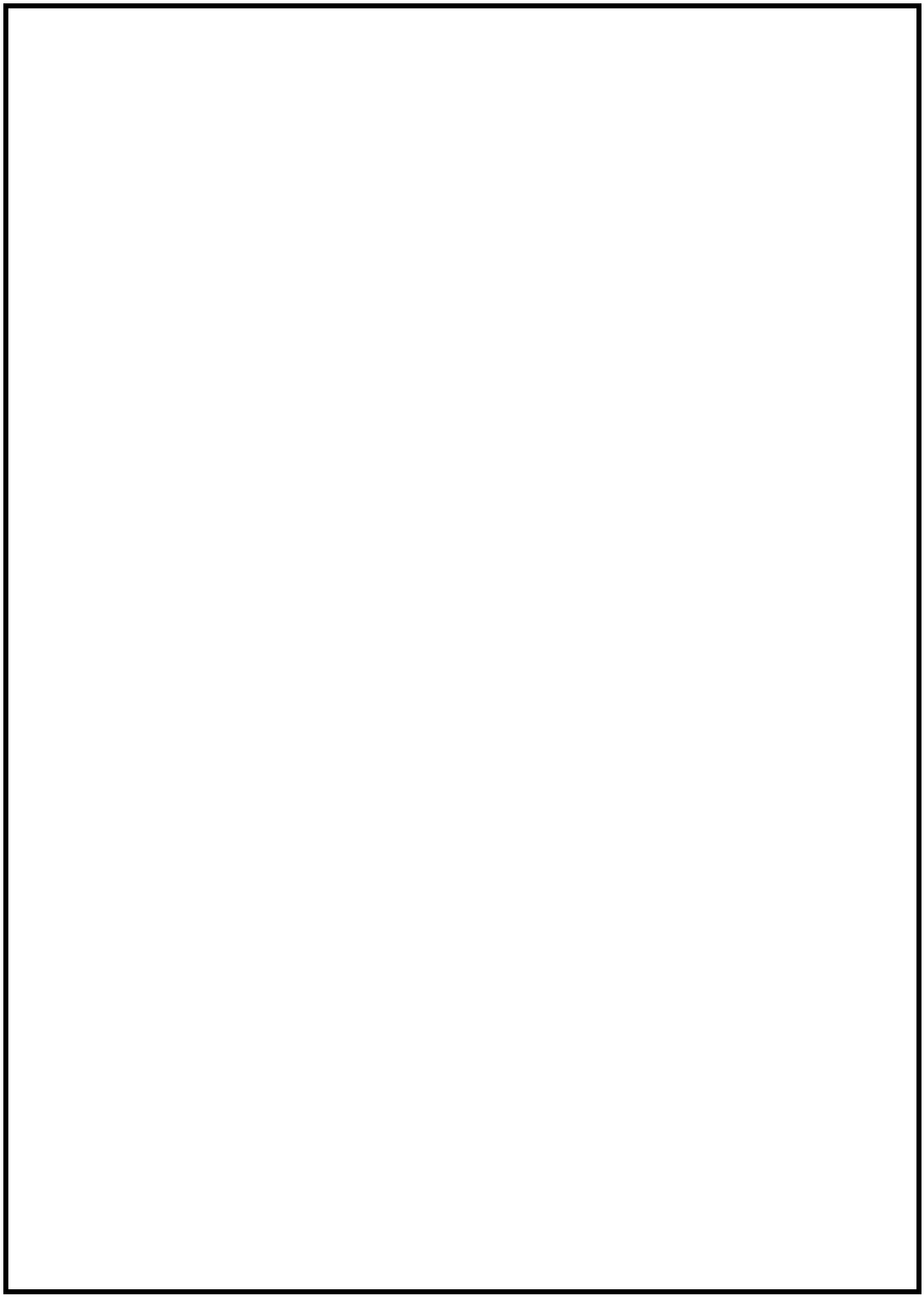
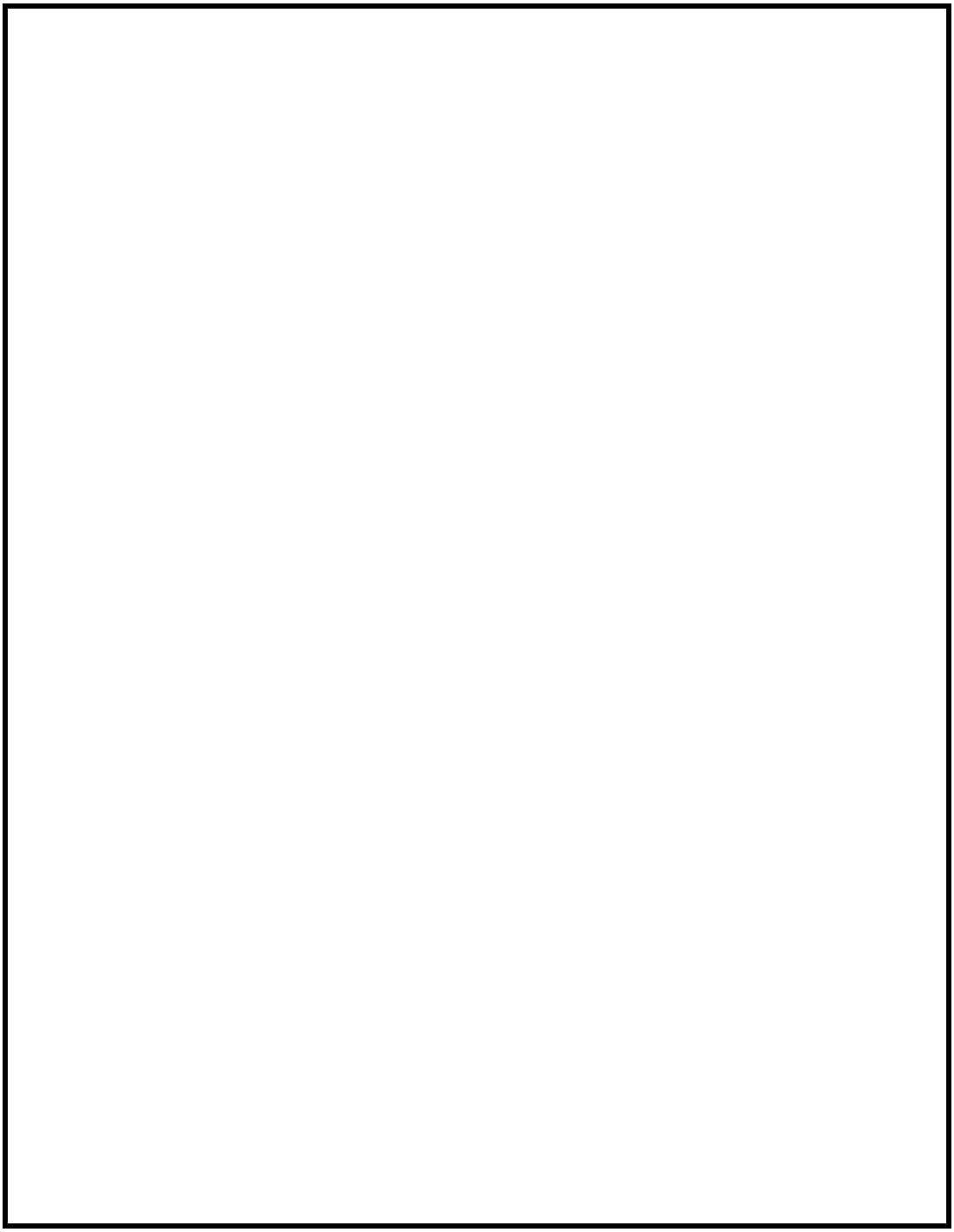
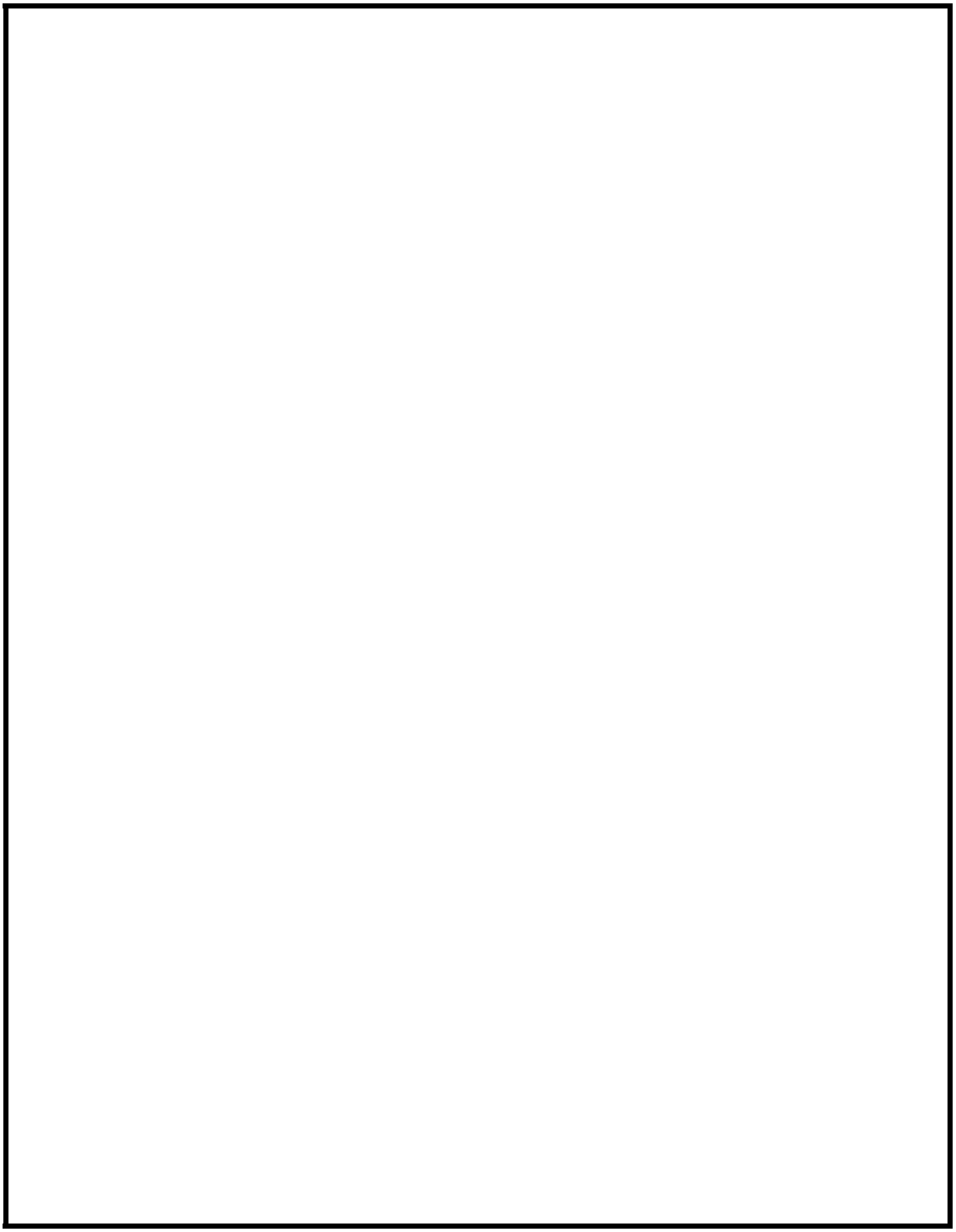
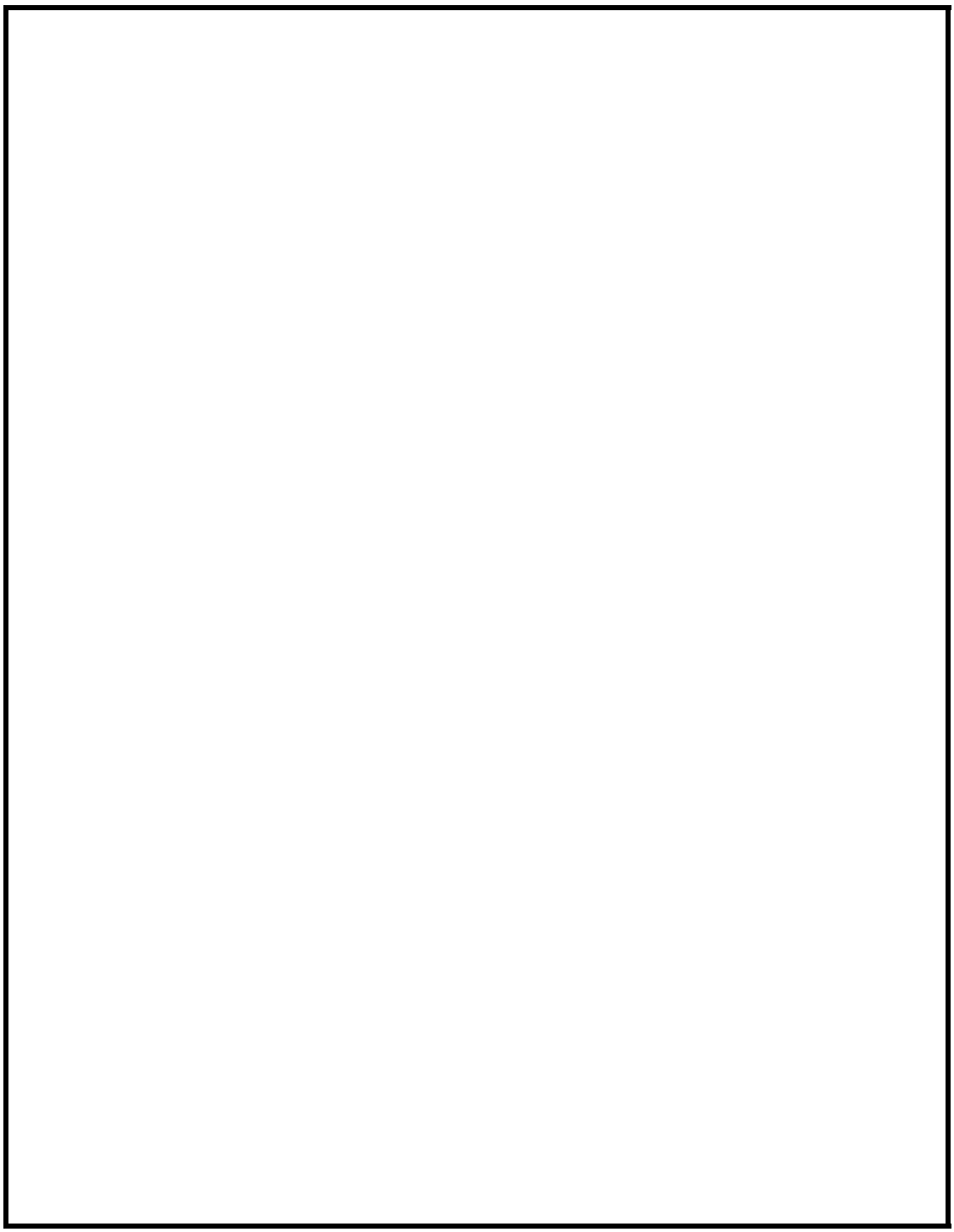


Fase di calibrazione del sistema SBE 9 mediante la procedura del bar-check.

Operazioni di campionamento con bottiglia Niskin

FSub bottom profiler e postazione di acquisizione



Magnetometro Geometrics G882 ai vapori di Cesio

Schede strumentazione impiegata